

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

Rafael Faria de Abreu Campos

**CRÉDITO E PRODUTIVIDADE RURAL NO BRASIL:
UMA ANÁLISE POR BIOMA E POR SETORES
FAMILIARES E PATRONAIS**

BELO HORIZONTE
MINAS GERAIS – BRASIL
2021

RAFAEL FARIA DE ABREU CAMPOS

**CRÉDITO E PRODUTIVIDADE RURAL NO BRASIL:
UMA ANÁLISE POR BIOMA E POR SETORES
FAMILIARES E PATRONAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de Doutor em Economia Aplicada.

BELO HORIZONTE
MINAS GERAIS – BRASIL
2021

Ficha catalográfica

C198c Campos, Rafael Faria de Abreu.
2021 Crédito e produtividade rural no Brasil [manuscrito]: uma análise por bioma e por setores familiares e patronais / Rafael Faria de Abreu Campos. – 2021.
182 f.: il., gráfs. e tabs.

Orientador: Edson Paulo Domingues.

Coorientadora: Aline Souza Magalhães.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.

Inclui bibliografia.

1. Economia – Teses. 2. Crédito rural – Brasil – Teses. 3. Produtividade – Teses. I. Domingues, Edson P. II. Magalhães, Aline Souza. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. IV. Título.

CDD: 330

Elaborado por Rosilene Santos CRB-6/2527
Biblioteca da FACE/UFG. –RSS036/2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

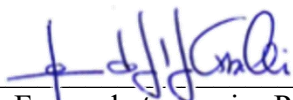
RAFAEL FARIA DE ABREU CAMPOS

TÍTULO DO TRABALHO:

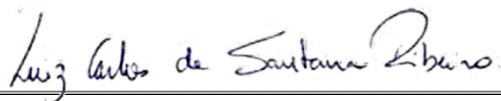
**CRÉDITO E PRODUTIVIDADE RURAL NO BRASIL:
UMA ANÁLISE POR BIOMA E POR SETORES
FAMILIARES E PATRONAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, para obtenção do título de Doutor em Economia, área de concentração em Economia Aplicada.

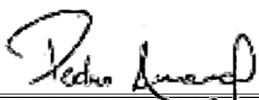
APROVADA: 28 de janeiro de 2021.



Prof. Dr. Fernando Saigueiro Perobelli
(Universidade Federal de Juiz de Fora)
(participação por videoconferência)



Prof. Dr. Luiz Carlos de Santana Ribeiro
(Universidade Federal de Sergipe)
(participação por videoconferência)



Prof. Dr. Pedro Vasconcelos Maia do Amaral
(Cedeplar/Face/UFGM)
(participação por videoconferência)



Profª. Drª. Débora Freire Cardoso
(Cedeplar/Face/UFGM)
(participação por videoconferência)



Profª. Drª. Aline Souza Magalhães
(Coorientadora) (Cedeplar/Face/UFGM)
(participação por videoconferência)



Prof. Dr. Edson Paulo Domingues
(Orientador) (Cedeplar/Face/UFGM)
(participação por videoconferência)



Prof. Dr. Gilberto de Assis Libânio
(Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Economia)

*Ao meu criador, Deus; à Nossa Senhora, a Santíssima
Virgem Maria; aos meus pais, Denilson (in memoriam) e
Lucrécia; e à minha esposa, Vanessa; com amor e
gratidão incondicionais.*

AGRADECIMENTOS

Agradecer se torna necessário na medida em que os esforços engendrados neste trabalho não foram somente meus. Muitos foram aqueles que, com sua parcela de contribuição, possibilitaram e viabilizaram a realização deste estudo. É certo que seria impossível listar todos os que contribuíram, porém, almejei recordar, ao menos, aqueles que se fizeram mais próximos nestes anos de árduo trabalho, de valioso crescimento pessoal em sabedoria e graça.

A Deus; Pai amoroso, acolhedor e rico em misericórdia; Filho redentor, salvador e exemplo; Espírito Santo consolador, condutor, inspirador e iluminador. À Maria, Nossa Senhora, que tanto me amou e acariciou como mãe nos momentos em que mais precisei e que, por muitas vezes ao longo deste estudo, se valeu de sua onipotência suplicante em meu favor.

Ao meu pai, Denilson, que, mesmo não mais estando presente fisicamente, me ensinou e ama muito; além de, tenho certeza, ser um daqueles que mais se orgulham com cada uma de minhas conquistas e vitórias. À minha mãe, Lucrécia, por toda força e por ser incansável em se doar por mim e por meu aprendizado.

Aos meus irmãos, Letícia e Miguel, pela paciência, compreensão e carinho. Ao Vitor e à Júlia por trazerem uma pura alegria aos nossos dias.

A todos meus familiares por toda a torcida e suporte para que eu chegasse até aqui. À Vanessa, minha esposa, por todo amor-sacrifício e por, principalmente nos momentos mais difíceis, que não foram raros nestes últimos anos, me fazer acreditar que eu seria capaz de finalizar mais esta gratificante etapa. Aos queridos Inar, Nilceia e Breno, a família de Vanessa, dos quais recebi tanto suporte, carinho e apoio durante todo o doutorado e, principalmente, de uma forma ainda mais intensa, na reta final deste trabalho.

À Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pelos qualificados ensinamentos e competentes profissionais, bem como por toda assistência. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio financeiro, fundamental ao desenvolvimento deste trabalho.

À Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais (Face/UFMG) pela infraestrutura proporcionada. Ao Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (Cedeplar/UFMG) pela formação acadêmica e oportunidades concedidas.

À Universidade de Illinois em Urbana-Champaign (em inglês, *University of Illinois at Urbana-Champaign – UIUC*) pela rica experiência proporcionada. À Comissão Fulbright Brasil pelo financiamento de programa de doutorado sanduíche nos Estados Unidos da América (EUA), oportunidade inigualável. Ao Laboratório de Aplicações em Economia Regional (em inglês, *Regional Economics Applications Laboratory – REAL*) na UIUC pela magnífica rede de trabalhos e pela infraestrutura proporcionadas.

Ao professor Edson Domingues pela orientação, pelos contatos recomendados e pelo conhecimento técnico colocado à disposição. À professora Aline Magalhães pelos ensinamentos e modelos, além de pelos conselhos.

Ao professor Geoffrey Hewings pela orientação e simpatia, pelos contatos recomendados e pela abertura. Ao professor Sandy Dall’erba pelos ensinamentos e disponibilidade, além de pelas oportunidades.

Aos professores Dênis da Cunha, Márcia Rapini e Ricardo Ruiz pela leitura do texto preliminar e participação na etapa de qualificação deste trabalho. Aos professores Fernando Salgueiro Perobelli, Luiz Carlos de Santana Ribeiro, Débora Freire Cardoso e Pedro Vasconcelos Maia do Amaral pela prontidão em auxiliar, pela leitura do texto, pela participação na defesa.

A todos os professores que vêm contribuindo para minha formação acadêmica e profissional. Aos muitos funcionários da UFMG no geral e da Face/UFMG e do Cedeplar/UFMG em específico, com os quais tive a oportunidade de conviver.

A todos os amigos e colegas de estudos e de profissão pelos ensinamentos e experiências compartilhadas. Aos meus alunos dos estágios em docência pela paciência e carinho de sempre.

Aos colegas do Núcleo de Estudos em Modelagem Econômica e Ambiental Aplicada (Nemea), da sub-rede de Economia na Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima) e do Projeto Rural Sustentável (PRS), ao Dr. Tarik Marques do Prado Tanure de forma especial.

Aos colegas do Grupo de Trabalho em Economia Regional e Urbana (em inglês, *Urban and Regional Economics Working Group – URE-WG*) da Iniciativa de Jovens Estudiosos (em inglês, *Young Scholars Initiative – YSI*) do Instituto para um Novo Pensamento Econômico (em inglês, *Institute for New Economic Thinking – INET*).

A todos os amigos do Ministério Universidades Renovadas (MUR) na UFMG e da Paróquia Nossa Senhora da Divina Providência (PNSDP), bem como aos da Associação Atlética Acadêmica (AAA) Face/UFMG. Também aos amigos encontrados no Centro Católico Newman de São João (em inglês, *Saint John's Catholic Newman Center – SJCNC*) da UIUC e na weDignify, bem como aos atletas católicos da UIUC.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram e contribuem para minha formação profissional e pessoal. A todos esses, meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

RAFAEL FARIA DE ABREU CAMPOS, filho de Denilson José de Abreu Campos (*in memoriam*) e Lucrecia Faria Lima, nasceu em Conselheiro Lafaiete, Minas Gerais, em 29 de dezembro de 1990. Em fevereiro de 2006, iniciou o curso de Habilitação Profissional de Técnico em Administração de Empresas com Ênfase em Gestão de Negócios, pelo Centro de Educação Tecnológica General Edmundo de Macedo Soares e Silva da Fundação Companhia Siderúrgica Nacional, em Congonhas, Minas Gerais, tendo o concluído em dezembro de 2007.

Em março de 2009, iniciou o curso de Bacharelado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, se graduando – honrado com a Medalha Presidente Bernardes – em março de 2014. Também em março de 2014, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa, obtendo o título de Mestre em Economia Aplicada em março de 2016.

Ainda em março de 2016, iniciou o curso de Doutorado em Economia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte, Minas Gerais. Foi Pesquisador Visitante, condecorado pela Comissão Fulbright Brasil, de agosto de 2018 a maio de 2019 no Laboratório de Aplicações em Economia Regional (em inglês, *Regional Economics Applications Laboratory – REAL*) da Universidade de Illinois em Urbana-Champaign (em inglês, *University of Illinois at Urbana-Champaign – UIUC*), nos Estados Unidos da América (EUA). De volta ao Brasil, assumiu a posição de Professor do Magistério Superior (Substituto) no Departamento de Economia (DEE) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), a coordenação do Grupo de Trabalho em Economia Regional e Urbana (em inglês, *Urban and Regional Economics Working Group – URE-WG*) da Iniciativa

de Jovens Estudiosos (em inglês, *Young Scholars Initiative – YSI*) do Instituto para um Novo Pensamento Econômico (em inglês, *Institute for New Economic Thinking – INET*) e concluiu os requisitos necessários para a obtenção do título de Doutor em Economia Aplicada em janeiro de 2021.

Não se pode justificar uma economia sem política, porque seria incapaz de promover outra lógica para governar os vários aspectos da crise atual. A lógica que não deixa espaço para uma sincera preocupação pelo meio ambiente é a mesma em que não encontra espaço a preocupação por integrar os mais frágeis.

Papa Francisco

RESUMO

CAMPOS, Rafael Faria de Abreu, *Ph. D.*, Universidade Federal de Minas Gerais, janeiro de 2021. **Crédito e produtividade rural no Brasil**: uma análise por bioma e por setores familiares e patronais. Orientador: Edson Paulo Domingues. Coorientadora: Aline Souza Magalhães.

Esta Tese parte da importância de se estudar, no Brasil, as perspectivas e políticas para o desenvolvimento de uma economia com baixa emissão de Gases causadores de Efeito Estufa, bem como o papel do crédito rural e da produtividade para tal. O objetivo principal é avaliar os impactos de políticas de crédito e produtividade sobre a produção agrária familiar nos diversos biomas brasileiros, identificando quais são as implicações de: i. crédito rural via Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e ii. aumentos de produtividade da terra no meio rural. Analisa-se os impactos nos níveis setoriais, regionais e macroeconômicos. O estudo é fundamentado no arcabouço teórico da produção rural no Brasil e da medição dos efeitos das políticas rurais, bem como na literatura sobre as mudanças climáticas, os setores rurais e as soluções sustentáveis à perda de produtividade no campo. Sob essas luzes e sob uma perspectiva estritamente econômica, uma análise rigorosa dos impactos gerados por aumentos no crédito rural e na produtividade, relacionados aos produtores agropecuários e extrativistas vegetais em território brasileiro – diferenciados em familiares e patronais –, é realizada nesta Tese. Tal análise faz uso de um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) especialmente construído para análise dos setores agrários nos diversos biomas brasileiros: TERM-Biomas. A metodologia considera de maneira sistemática as relações inter-regionais e intersetoriais. Os resultados das simulações de crédito rural baseados nos dados do Pronaf são apresentados como uma comparação dos valores na simulação desse

crédito rural familiar com aqueles em um cenário básico, sem tal programa, de acordo com os setores e regiões de ocorrência. O choque se dá somente sobre os setores familiares do modelo em dinâmica recursiva, alterando diretamente a produção desses setores. A principal conclusão, dada essa simulação, é a de que, quando comparado a um cenário base, todas as regiões do modelo apresentariam ganhos nas mais variadas magnitudes. Regiões com maiores participações na produção agrária familiar ganham mais que outras. Até 2020, percebe-se que algumas regiões – predominantemente de Caatinga – apresentam perdas comparativas. Isso se deve ao fato de, uma vez que regiões tradicionalmente produtoras familiares teriam suas demandas por fatores primários mais aumentadas, investimentos e empregos migrarem daquelas regiões, menores produtoras rurais familiares. Quando se analisa os resultados em um horizonte temporal um pouco mais vasto, porém, os resultados apontam aumentos generalizados. Regiões mais vulneráveis e especializadas em setores familiares, então, ganham sobremaneira. Produção, emprego e níveis de investimentos são afetados diretamente quando analisados setorialmente. Os setores patronais também têm suas atividades impactadas, apesar de que em menor magnitude, além de alguns setores não-agrírios indiretamente afetados, principalmente, os de fertilizantes, dos defensivos agrícolas, de transportes e dos serviços industriais e de utilidade pública. Os efeitos indiretos são identificados como importantes. Quando se analisa os resultados das simulações de aumentos de produtividade nos setores agrários brasileiros, a ideia é a de uma análise em estática comparativa, apresentando variações percentuais anuais esperadas. De uma forma geral, os aumentos de produtividade aplicados na simulação, dentro da cadeia de efeitos considerada no modelo, diminuem a demanda por fatores primários. As simulações são realizadas por cultura individualmente. Os resultados encontrados estão de acordo com o esperado pelas hipóteses levantadas e permitem concluir que, quando se trata da temática abordada neste trabalho, o avanço vem no estudo de políticas e programas específicos no meio rural brasileiro com metodologia adequada à análise de impactos almejada. Esta Tese ainda aprimora o desenvolvimento de modelos tradicionais de EGC para a economia brasileira e preenche importantes lacunas existentes ao considerar níveis de agregação setoriais e regionais nunca utilizados, de forma bem apoiada na literatura e com importantes justificativas para tanto. Em termos setoriais, o avanço de se considerar os mais variados produtos agrários de forma desagregada em seus setores familiares e patronais não é trivial, mas importante. Em termos regionais, a consideração de características climáticas e geográficas, por exemplo, através da desagregação das Unidades da Federação brasileiras em diferentes regiões de acordo com os biomas presentes naquela Unidade da Federação, se mostra importante e mais um avanço, além de na modelagem de EGC, no campo de estudo que abarca este trabalho.

ABSTRACT

CAMPOS, Rafael Faria de Abreu, *Ph. D.*, Universidade Federal de Minas Gerais, January, 2021. **Rural credit and productivity in Brazil**: an analysis, by biome, of family and patronal farmers. Adviser: Edson Paulo Domingues. Co-Adviser: Aline Souza Magalhães.

This study aims to assess the impacts of rural credit and productivity policies on family farming in the various Brazilian biomes. It is important to study, in Brazil, the perspectives and policies for the development of an economy with low emission of Greenhouse Gases, as well as the role of rural credit and productivity for this. The main objective is to identify the implications of i. the rural credit through the National Family Farming Strengthening Program (in Portuguese, *Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf*), and ii. the increases in productivity in the rural area. The impacts at the sectoral, regional, and macroeconomic levels are analyzed. The study is based on the theoretical framework of rural production in Brazil and the measurement of the effects of rural policies, as well as on the literature on climate change, rural sectors, and sustainable solutions to the rural productivity loss. Under these lights and under a strictly economic perspective, a rigorous analysis of the impacts of increases in rural credit and productivity, related to farmers in Brazilian territory – family and patronal farmers separately considered –, is carried out in this Dissertation. Such analysis uses a Computable General Equilibrium (CGE) model specially built for analysis of the rural sectors in the Brazilian biomes: *TERM-Biomas*. The methodology systematically considers interregional and intersectoral relations. The results of the simulation exercise regarding *Pronaf* are presented as a comparison of the variables of interest values in the simulation considering this specific rural credit with those in a base scenario without such program, according to the sectors and regions of occurrence. The shock occurs only on the

family farming sectors of the model in recursive dynamics, directly impacting the production of these sectors. The main conclusion, given this simulation, is that, when compared to a base scenario, all regions of the model win, in the most varied magnitudes. Regions with greater participation in family farming production earn more than others. Up to the year 2020, some regions – predominantly from the Caatinga biome – show comparative losses. This was because, since traditionally family farming regions would have their demands for primary factors more drastically increased, investments and jobs migrate, for example, from those regions of Caatinga. When the results are analyzed in a wider timeframe, however, the results suggest general gains. The more vulnerable and specialized in family farming sectors are the regions, the greater are the gains. The production, the employment, and the investment levels are directly affected when analyzed by sector. The patronal farming sectors have their activities impacted as well, although to a lesser extent, in addition to some non-agrarian sectors indirectly affected, mainly those of fertilizers, pesticides, transport, and industrial and public utility services. The indirect effects are identified as important. When it comes to analyzing the results of productivity increases simulations in the Brazilian rural sectors, the analysis is in a comparative and static way, showing the expected variations in terms of annual percentage. In general, the productivity increases simulated, within the effects considered in the model, decrease the demand for primary factors. The simulations are performed by commodity. The findings are in line with what was expected by the hypotheses raised in this study and allow the following conclusion: when it comes to the theme addressed in this research, the advance comes in the study of specific rural policies and programs in Brazil using a methodology that allows the impact assessment. This Dissertation also improves the development of traditional CGE models for the Brazilian economy and fills important gaps when considering never used sectorial and regional aggregations, in a well-supported way in the literature and with important justifications for that. In sectoral terms, the progress made in considering the varied rural commodities in a disaggregated way in their family and patronal sectors is not trivial, but important. In regional terms, the consideration of climatic and geographic characteristics, for example, through the disaggregation of Brazilian States in different regions according to their biomes, is important and another step forward in CGE modeling in the field of study that this research covers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Municípios do Projeto Rural Sustentável, segundo bioma, Brasil.	4
Figura 2 – Estrutura da produção em TERM-Biomas.....	60
Figura 3 – Mecanismos de abastecimento da demanda em TERM-Biomas.....	63
Figura 4 – Estrutura da demanda regional das famílias em TERM-Biomas.....	65
Figura 5 – Estrutura da demanda por investimento em TERM-Biomas.	67
Figura 6 – Resumo do procedimento de regionalização, TERM-Biomas.....	78
Figura 7 – Localização geográfica, segundo região do modelo, Brasil, 2004.	79
Figura 8 – Participação da produção rural familiar na região, segundo região do modelo, Brasil, 2015.	81
Figura 9 – Participação no PIB nacional, segundo região do modelo, Brasil, 2015.....	84
Figura 10 – Participação da produção rural familiar regional na nacional, segundo região do modelo, Brasil, 2015.	85
Figura 11 – Principais relações causais do mecanismo de ajuste da simulação, segundo modelo dinâmico, TERM-Biomas.	96
Figura 12 – Impacto acumulado no PIB a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2020.	100
Figura 13 – Impacto acumulado no emprego a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2020.....	103
Figura 14 – Impacto acumulado na produção familiar a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2020.....	106

Figura 15 – Impacto acumulado na produção de defensivos agrícolas a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2020.....	110
Figura 16 – Principais relações causais do mecanismo de ajuste das simulações, segundo modelo estático, TERM-Biomas.	112
Figura 17 – Produção agropecuária e extrativista vegetal, segundo região do modelo, Brasil, 2017 (em % do total no Brasil).	114

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição dos rendimentos do trabalho no setor primário, estrato de salário mínimo, Brasil, 2012.	19
Gráfico 2 – Maiores impactos positivos (%) acumulados no PIB a partir do Pronaf, segundo classificação das regiões do modelo, Brasil, 2016 a 2020.	101
Gráfico 3 – Impactos na produção setorial (variações percentuais anuais) a partir de um aumento de produtividade no setor Mandioca Familiar (eixo principal), segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.	120
Gráfico 4 – Impactos na produção setorial (variações percentuais anuais) a partir de um aumento de produtividade no setor Bovinos e Outros Animais Familiar, segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.	121
Gráfico 5 – Impactos na produção setorial (variações percentuais anuais) a partir de um aumento de produtividade no setor Soja Patronal (eixo principal), segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.	123
Gráfico 6 – Impactos na produção setorial (variações percentuais anuais) a partir de um aumento de produtividade no setor Bovinos e Outros Animais Patronal, segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.	125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Regiões do modelo, segundo UF e bioma, TERM-Biomas.	76
Quadro 2 – Setores de TERM-Biomas, segundo modelo, Brasil.	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais conjuntos de TERM-Biomas.	57
Tabela 2 – Principais dados utilizados na regionalização, segundo fonte, TERM-Biomas.....	77
Tabela 3 – Capital e trabalho, segundo setor do modelo dinâmico, TERM-Biomas.....	86
Tabela 4 – Participação dos setores agrários na produção total, segundo região do modelo dinâmico, TERM-Biomas.	87
Tabela 5 – Produção e financiamento familiares, segundo região do modelo, Brasil, 2015 e janeiro de 2016 a setembro de 2019.....	91
Tabela 6 – Financiamento rural familiar, segundo região do modelo, Brasil, janeiro de 2016 a setembro de 2019.....	93
Tabela 7 – Impacto regional do Pronaf 2016-20: desvio percentual (%) acumulado em relação ao cenário base.	98
Tabela 8 – Impacto do Pronaf 2016-20 nos setores familiares: desvio percentual (%) acumulado em relação ao cenário base.	105
Tabela 9 – Impacto do Pronaf 2016-20 nos setores patronais: desvio percentual (%) acumulado em relação ao cenário base.	107
Tabela 10 – Impacto do Pronaf 2016-20 nos setores industriais e de serviços: desvio percentual (%) acumulado em relação ao cenário base.	108
Tabela 11 – Impactos no PIB (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade, segundo setor rural do modelo, Brasil, longo prazo.....	115

Tabela 12 – Impactos no PIB (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade em setores familiares selecionados, segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.	118
Tabela 13 – Impactos no PIB (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade em setores patronais selecionados, segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.	122
Tabela A.1 – Descrição das variáveis utilizadas para o fechamento do modelo dinâmico TERM-Biomass.	168
Tabela A.2 – Financiamento rural familiar, segundo região do modelo, Brasil, janeiro de 2016 a setembro de 2019.	171
Tabela A.3 – Impacto regional acumulado no PIB a partir do Pronaf, segundo classificação do maior para o menor, Brasil, 2016 a 2020.	173
Tabela A.4 – Impacto acumulado na produção setorial a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2020.	174
Tabela A.5 – Impacto acumulado na produção setorial a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2030.	175
Tabela A.6 – Impactos macroeconômicos (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade em setores rurais, segundo setor do modelo, Brasil, longo prazo.	178
Tabela A.7 – Impactos macroeconômicos (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade em setores rurais familiares, segundo setor do modelo, Brasil, longo prazo.	180
Tabela A.8 – Impactos macroeconômicos (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade em setores rurais patronais, segundo setor do modelo, Brasil, longo prazo.	181

LISTA DE ABREVIATURAS

Baixo carbono	Baixa emissão de gás carbônico (dióxido de carbono)
Cap.	Capítulo
Cf.	Conferir, confrontar ou conforme
Dez.	Dezembro
Dom.	Doméstico(a)
Ed.	Edição
Etc.	E o resto, ou e outras coisas (da mesma espécie), ou e assim por diante (em latim, <i>et cetera</i> ou <i>et coetera</i>)
Financ.	Financiamento
Imp.	Importado(a)
Jan.	Janeiro
Jul.	Julho
M.Atlantic.	Mata Atlântica
Nº	Número
Org.	Organização
Plano ABC	Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura

S.a.	Sujeito a
Set.	Setembro
S.l.	Sem local
S.n.	Sem número
S.v.	Sem volume

LISTA DE SIGLAS

ABER	Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos
AC	Acre
AEA	Agência Europeia do Ambiente
<i>AIRCCA</i>	<i>Assessment of Impacts and Risks of Climate Change on Agriculture</i>
AL	Alagoas
ALICE	Acesso Livre à Informação Científica da Embrapa [Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária]
AM	Amazonas
Anptur	Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo
AP	Amapá
<i>AR5</i>	Quinto Relatório de Avaliação (em inglês, <i>Fifth Assessment Report</i>)
BA	Bahia
BB	Banco do Brasil
BCB	Banco Central do Brasil
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
B-MARIA	Brazilian Multisectoral And Regional/Interregional Analysis
BMC	BioMed Central

BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CE	Ceará
Cedeplar	Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional
Cepea	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CES	Elasticidade de Substituição Constante (em inglês, <i>Constant Elasticity of Substitution</i>)
CFP	Comissão de Financiamento da Produção
CGE	Equilíbrio Geral Computável (em inglês, <i>Computable General Equilibrium</i>)
CH ₄	Metano
Cibrazem	Companhia Brasileira de Armazenamento
CIP	Conselho Interministerial de Preços
Cna	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CO ₂	Dióxido de carbono (ou gás carbônico)
Cobal	Companhia Brasileira de Alimentos
Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
Concex	Conselho Nacional do Comércio Exterior
CoPS	Centre of Policy Studies
CPI	Climate Policy Initiative
Creai	Carteira de Crédito Agrícola e Industrial
CUP	Cambridge University Press
DC	Distrito de Columbia
DF	Distrito Federal
DICE	Dynamic Integrated Climate-Economy
EGC	Equilíbrio Geral Computável
Emater	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrater	Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural
ENAP	Escola Nacional de Administração Pública
ES	Espírito Santo
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
EUA	Estados Unidos da América
Face/UFGM Gerais	Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas
FAO	Food and Agriculture Organization (da Organização das Nações Unidas)
FapUnifesp	Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo
FEA/USP de São Paulo	Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GEEs	Gases causadores de Efeito Estufa
GO	Goiás
<i>GPS</i> <i>System</i>	Sistema de Posicionamento Global (em inglês, <i>Global Positioning</i>
GRAD-ECAT Tool	Generalized, Regional And Dynamic Economic Consequence Analysis
IAA	Instituto do Açúcar e do Alcool
IBC	Instituto Brasileiro do Café
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	Instituto de Economia Agrícola
IGP-M	Índice Geral de Preços do Mercado
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis
ILPF	Integração Lavoura, Pecuária e Floresta
IMAGEM-B	Integrated Multi-regional Applied General Equilibrium Model - Brazil

INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPC	Índice de Preços ao Consumidor
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (em inglês, <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
Jstor	Journal Storage
Labjor	Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo
LES	Sistema Linear de Gastos (em inglês, <i>Linear Expenditure System</i>)
MA	Maranhão
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio exterior
MDPI	Multidisciplinary Digital Publishing Institute
ME	Ministério da Economia
MG	Minas Gerais
MIP	Matriz de Insumo-Produto
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPOG	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
MS	Mato Grosso do Sul
MT	Mato Grosso
N ₂ O	Óxido nitroso
NAS	National Academy of Sciences
NBER	National Bureau of Economic Research
OMC	Organização Mundial do Comércio
ONU	Organização das Nações Unidas
OUP	Oxford University Press

PA	Pará
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PAEG	Projeto de Análise de Equilíbrio Geral
PB	Paraíba
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PE	Pernambuco
PEP	Prêmio de Escoamento de Produção
PEVS	Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura
PI	Piauí
PIA	Pesquisa Industrial Anual
PIB	Produto Interno Bruto
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
PPE	Pesquisa e Planejamento Econômico
PPP	Planejamento e Políticas Públicas
PR	Paraná
Proálcool	Programa Nacional do Álcool
Pronaf	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PRS	Projeto Rural Sustentável
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
RBE	Revista Brasileira de Economia
RBERU	Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos

RCIPEA	Repositório do Conhecimento do IPEA
RCP	Trajectoria de Concentração Representativa (em inglês, <i>Representative Concentration Pathway</i>)
REN	Revista Econômica do Nordeste
RJ	Rio de Janeiro
RN	Rio Grande do Norte
RO	Rondônia
RR	Roraima
RS	Rio Grande do Sul
RSAI	Regional Science Association International
Safs	Sistemas Agroflorestais
SAs	Serviços Ambientais
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SC	Santa Catarina
SE	Sergipe
Secex	Secretaria de Comércio Exterior
SEs	Serviços Ecossistêmicos
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SM	Salário mínimo
SP	São Paulo
SPE	Secretaria de Política Econômica
SSRN	Social Science Research Network
TERM	The Enormous Regional Model
TO	Tocantins
TRU	Tabelas de Recursos e Usos
UDs	Unidades Demonstrativas

UE	União Europeia
UF	Unidade da Federação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFs	Unidades da Federação
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
USDA	United States Department of Agriculture
<i>WB</i>	Banco Mundial (em inglês, <i>World Bank</i>)

SUMÁRIO

RESUMO	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE GRÁFICOS	xv
LISTA DE QUADROS	xvi
LISTA DE TABELAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS	xix
LISTA DE SIGLAS	xxi
SUMÁRIO	xxviii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. PRODUÇÃO, POLÍTICAS E PRODUTIVIDADE NO MEIO RURAL.....	9
2.1. A produção rural no Brasil e a medição dos efeitos das políticas no campo	10
2.1.1. Agricultura e pecuária	10
2.1.2. Extração vegetal e silvicultura	21
2.1.3. Tipologias de produção	24
2.1.4. Os impactos das políticas agrícolas em estudos empíricos	27
2.1.5. O contexto da criação do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf)	30
2.2. Mudanças climáticas, setores rurais e soluções sustentáveis à perda de produtividade.....	33
2.2.1. As mudanças climáticas e a produção rural	35

2.2.2.	Práticas sustentáveis	39
3.	METODOLOGIA	49
3.1.	Os modelos de Equilíbrio Geral Computável.....	50
3.1.1.	Características básicas dos modelos de Equilíbrio Geral Computável	50
3.2.	Um modelo para os biomas brasileiros	54
3.2.1.	Estrutura teórica	56
3.2.2.	Produção setorial	60
3.2.3.	Substituição de fonte	61
3.2.4.	Mecanismo de composição da demanda regional	62
3.2.5.	Investimento e estoque de capital.....	66
3.2.6.	Governo	69
3.2.7.	Fatores	70
3.2.8.	Margens	71
3.2.9.	Outras especificações	72
3.2.10.	Simulações	73
3.3.	Base de dados	73
3.3.1.	Método de regionalização	75
3.3.2.	Agregação setorial.....	80
3.3.3.	Indicadores da base de dados	83
3.4.	Fechamentos, cenários e choques.....	88
3.4.1.	Fechamento e estratégia de simulação em dinâmica recursiva	88
3.4.2.	Modelo em estática comparativa.....	93
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
4.1.	Análise do crédito rural via Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf)	96
4.1.1.	Efeitos regionais quanto ao Pronaf.....	97
4.1.2.	Efeitos setoriais do Pronaf.....	104
4.2.	Resultados simulados dos aumentos de produtividade por setor rural.....	111
4.2.1.	Efeitos macroeconômicos do aumento de produtividade por setor.....	114
4.2.2.	Efeitos regionais do aumento de produtividade rural familiar	117
4.2.3.	Efeitos regionais do aumento de produtividade rural patronal	121
4.3.	Discussão dos resultados	126

5.	RESUMO E CONCLUSÕES.....	133
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	138
	ANEXO	167

1. INTRODUÇÃO

O debate sobre os impactos desiguais das mudanças climáticas globais tem se intensificado nos últimos anos. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (em inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*), em seu quinto relatório de avaliação (2014, p. 12), “a influência humana sobre o sistema climático é clara”. Desde a Revolução Industrial, as concentrações de dióxido de carbono (CO₂) cresceram 40%, por meio das emissões por combustíveis fósseis e da mudança no uso da terra, como queimadas e desmatamento, e bateram um recorde em 800 mil anos. Os resultados desse processo são potencialmente desiguais nos territórios, nos biomas¹ e sobre a população em geral (IPCC, 2014; 1995). Estudos sobre os impactos das mudanças climáticas já têm sido realizados nas mais variadas áreas de pesquisa, inclusive nas ciências econômicas. Alguns exemplos são as áreas da saúde (cf. TABACHNICK, 2010; BARCELLOS *et al.*, 2009; CONFALONIERI, 2003; HUNTER, 2003; REITER, 2001; GITHEKO *et al.*, 2000), biologia (cf. BELLARD *et al.*, 2012; HARLEY *et al.*, 2006; SALATI; SANTOS; NOBRE, 2002), geografia (cf. SOUZA *et al.*, 2014; PEARSON; DAWSON, 2003), turismo (cf. GRIMM; ALCÂNTARA; SAMPAIO, 2018; BERRITTELLA *et al.*, 2006), migração (cf. GRAY; HOPPING; MUELLER, 2020; SEDOVA; KALKUHL, 2020; SCHWERDTLE; BOWEN; MCMICHAEL, 2018; REUVENY, 2007), administração pública (cf. BIESBROEK *et al.*, 2018; BIESBROEK;

¹ O conceito de bioma é definido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como: “um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação identificáveis em escala regional, com condições geográficas e climáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica específica” e ainda “grande conjunto de vida vegetal e animal caracterizado pelo tipo de vegetação dominante” (IBGE, 2004, p. 1).

PETERS; TOSUN, 2018; CONCEIÇÃO; MUNIZ; MENDES, 2018) e até mesmo as áreas da educação (cf. MESQUITA *et al.*, 2019; MONROE *et al.*, 2017; ANDERSON, 2012) e da sociologia (cf. PEARSE, 2016; YEARLEY, 2009; BOHLE; DOWNING; WATTS, 1994).

Nas áreas de Economia Agrária e dos Recursos Naturais e Ambientais (cf. OO; HUYLENBROECK; SPEELMAN, 2020; ARAÚJO *et al.*, 2014; CUNHA *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2013), segundo o IPCC (2014), as mudanças climáticas já provocam impacto significativo na produção alimentar. Com toda intensificação do debate sobre segurança alimentar nas últimas três décadas do séc. XX e início do XXI, um sem número de pesquisadores e gestores políticos passaram a atribuir maior relevância ao tema. Somente recentemente, a Organização Mundial do Comércio (OMC) e, principalmente, as negociações comerciais regionais começaram a se questionar sobre segurança alimentar e desenvolvimento rural (JENSEN; ROBINSON; TARP, 2010). Tal consideração traz atrelada um interesse renovado na mensuração dos impactos das políticas agrárias, o que é um dos fatores que levou inclusive, segundo Jensen, Robinson e Tarp (2010), à criação de um novo projeto do Banco Mundial (em inglês, *World Bank* – *WB*) sobre as distorções aos incentivos agrários, em contraponto a toda uma estrutura anterior de incentivos à indústria em detrimento da agropecuária. Em meio a esse cenário internacional de acirradas discussões a respeito do tema, o Brasil sempre apareceu em posição de protagonismo, apesar de em anos recentes, parecer estar na corrente inversa.

Esta Tese vem contribuir com essa discussão ao estudar os impactos de importantes políticas de desenvolvimento rural no Brasil. Como exemplo de tais políticas e motivação a este estudo, se destacam dois programas brasileiros: o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e o Projeto Rural Sustentável (PRS). O primeiro é intimamente relacionado ao crédito rural familiar; enquanto o último diz respeito ao incentivo à adoção de algumas técnicas produtivas sustentáveis por parte dos produtores rurais² no país.

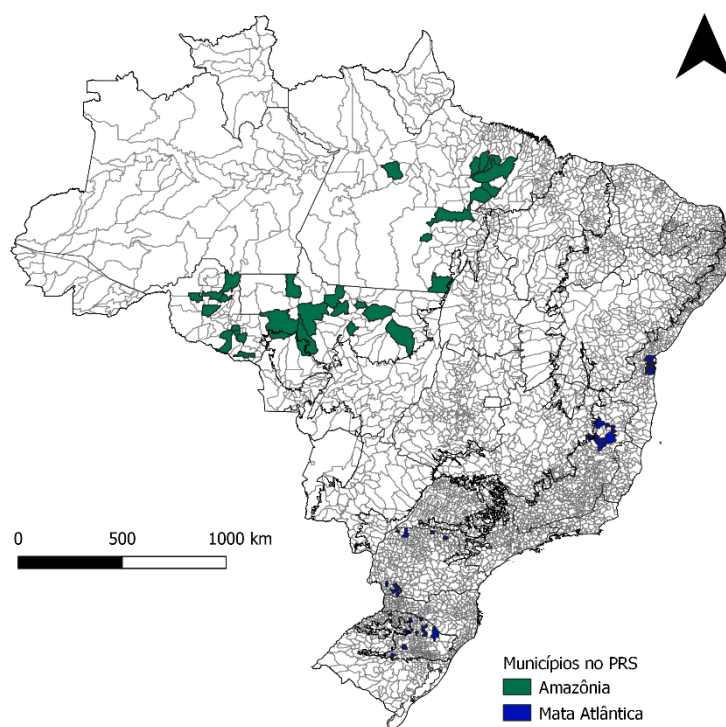
O Pronaf é uma forma de crédito rural específica aos produtores familiares brasileiros, os quais representam uma parcela importante da segurança alimentar. Tal

² Nesta Tese, a título de padronização, todas as vezes que se utiliza termos tais como “produtores rurais”, “setores rurais”, “crédito rural”, “produção rural” etc., bem como suas variantes “agrárias” (“produtores agrários”, “setores agrários”, “crédito agrário”, “produção agrária” etc.), refere-se a: i. agricultura, ii. pecuária, iii. silvicultura e iv. extração vegetal. Evita-se a utilização de “agropecuária” (contemplaria somente i. e ii.) ou até mesmo de “agrícola” (contemplaria somente i.), uma vez que, assim como dizer tão somente “agricultura” (contemplaria somente i.), não se contemplaria as outras categorias almejadas.

programa proporciona financiamento à implantação, ampliação ou modernização da estrutura de produção, beneficiamento, industrialização e de serviços no estabelecimento rural ou em áreas comunitárias rurais próximas, visando à geração de renda e à melhora do uso da mão de obra familiar. A partir dessa motivação, algumas questões podem ser levantadas. Quais seriam os impactos do crédito rural via Pronaf sobre o desenvolvimento rural? Quais seriam os setores mais favorecidos? Quão distintos são os impactos nos diferentes tipos de produtores e biomas brasileiros? Após tais perguntas de pesquisa, o uso da metodologia de Equilíbrio Geral Computável (EGC) fica justificado. Afinal, o conjunto de métodos e processos de tal arcabouço possibilita o alcance de respostas bem embasadas para as perguntas supramencionadas.

O PRS, por sua vez, ao apontar para técnicas mais sustentáveis além de potencialmente mais produtivas que diversas práticas correntes no campo brasileiro, é utilizado como uma motivação para as análises finais desta Tese. Os dados desse projeto são do tipo primários e coletados em campo junto aos produtores agropecuários amostrados dentro das regiões dos dois biomas nos quais o projeto já foi implantado: Amazônia e Mata Atlântica. Tais regiões amostradas compreendem, no território brasileiro, sete Unidades da Federação (UFs): Mato Grosso (MT), Pará (PA), Rondônia (RO), Bahia (BA), Minas Gerais (MG), Paraná (PR) e Rio Grande do Sul (RS). Os 70 municípios contemplados pelo PRS³ podem ser visualizados na Figura 1.

³ Municípios contemplados pelo Projeto Rural Sustentável (PRS) no bioma Amazônia: Alta Floresta D'Oeste, Ariquemes, Buritis, Cerejeiras, Governador Jorge Teixeira, Machadinho, Parecis, Rolim de Moura, Santa Luzia D'Oeste e Theobroma, no estado de Rondônia (RO); Medicilândia, Dom Eliseu, Tucumã, Ipixuna do Pará, Tailândia, Rondon do Pará, Tomé-Açu, Santana do Araguaia, Marabá e Paragominas, no estado do Pará (PA); Sinop, Querência, Alta Floresta, Nova Canaã do Norte, Terra Nova do Norte, Juara, Cotriguaçu, Juína, Brasnorte e Marcelândia, no estado do Mato Grosso (MT). Já no bioma Mata Atlântica, são contemplados os seguintes municípios: Ibirapitanga, Igrapiúna, Ituberá, Nilo Peçanha, Piraí do Norte, Camamú, Maraú, Valença, Presidente Tancredo Neves e Taperoá, no estado da Bahia (BA); Setubinha, Malacacheta, Franciscópolis, Poté, Araçuaí, Padre Paraíso, Teófilo Otoni, Itambacuri, Novo Oriente de Minas e Capelinha, no estado de Minas Gerais (MG); Bandeirantes, Primeiro de Maio, Paranavaí, Nova Londrina, Dois Vizinhos, Itapejara D'Oeste, Renascença, Realeza, Francisco Beltrão e Verê, no estado do Paraná (PR); Passo Fundo, Erechim, Ciriaco, Lagoa Vermelha, Frederico Westphalen, Boa Vista das Missões, Vacaria, Machadinho, Barros Cassal e Agudo, no estado do Rio Grande do Sul (RS).



Fonte: elaboração própria.

Figura 1 – Municípios do Projeto Rural Sustentável, segundo bioma, Brasil.

Questionários foram construídos e formulados dentro do escopo do PRS com o intuito de captar a percepção dos agricultores, pecuaristas e extrativistas em relação à adoção de tecnologias de baixa emissão de gás carbônico (baixo carbono). O período de coleta em campo se deu dentro dos prazos estabelecidos para o PRS produzindo, assim, informações com relação ao presente da atividade. Apesar disso, adite-se que algumas perguntas proporcionam informações com base retrospectiva. O critério de seleção das Unidades Demonstrativas (UDs) passou pela exigência de estarem localizadas em áreas degradadas e pela adoção de ao menos uma das seguintes quatro tecnologias: i. Sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF), incluindo os Sistemas Agroflorestais (Safs); ii. Plantio de florestas comerciais; iii. Manejo sustentável de florestas nativas; e iv. Recuperação de áreas degradadas com florestas ou pastagens.

Enfim, o PRS, enquanto uma iniciativa que incentiva mudanças nas técnicas dos produtores rurais brasileiros em direção às tecnologias de baixa emissão de Gases causadores de Efeito Estufa (GEEs) nas regiões dos biomas Amazônia e Mata Atlântica, se mostra outra importante motivação a este estudo. Afinal, o PRS advoga que essas tecnologias são, até mesmo, mais produtivas que aquelas tradicionalmente utilizadas na produção rural brasileira. Nesse caso, quais seriam as implicações da crescente adoção

dessas tecnologias e possível aumento de produtividade no campo? Quais seriam os setores impulsionados? Todos esses efeitos e impactos se comportam da mesma forma quando se compara os produtores familiares aos patronais? E quando se compara os diferentes biomas brasileiros?

Dois outros pontos a serem mencionados, para que se deixe bem claro nesta Tese todas suas contribuições bem como suas justificativas, são os motivos pelos quais se optou por uma diferenciação entre os biomas na mensuração de impactos sobre a produção agrária e a importância da diferenciação entre tipos de produtor. Estes são os pontos-chaves desta Tese e devem ser aqui destacados. Com relação àquela diferenciação – por biomas – Paterniani (2001) coloca que a agricultura tropical é aquela que enfrenta mais problemas, os quais podem ser ditos mais complexos do que aqueles presentes nos climas temperados. Apesar de todas as limitações, a agricultura tropical brasileira, segundo o autor, ainda é a mais desenvolvida. É importante ressaltar ainda que progressos subsequentes são esperados a partir do emprego de técnicas inovadoras, tais como a Biotecnologia (PATERNIANI, 2001). Já Marques (2001) coloca que as mudanças tecnológicas devem ser específicas por região, pois dependem das condições edafoclimáticas. Por sua vez, tais mudanças não podem acontecer sem que as tecnologias a serem implantadas com o intuito de se tornar a produção menos degradante ao meio ambiente estejam basicamente referenciadas às condições edafoclimáticas do local no qual serão utilizadas (MARQUES, 2001).

Sob uma perspectiva econômica, uma análise rigorosa dos impactos gerados por políticas de desenvolvimento rural, como o crédito rural, e mudanças nas técnicas produtivas, por parte dos produtores agropecuários em território brasileiro, requer a utilização de uma metodologia que considere de maneira sistemática as relações inter-regionais e intersetoriais. A articulação sistêmica desses diversos elementos relacionados às necessidades deste estudo pode ser obtida, como já adiantado, nos modelos de EGC. A detalhada estrutura teórica e aplicada desses modelos é particularmente atraente, uma vez que reconhece explicitamente os canais inter-regionais e intersetoriais do sistema econômico, representando, explicitamente, a estrutura econômica de cada uma das regiões, aqui divididas conforme os biomas brasileiros. Portanto, esta Tese contribui ao discutir a questão de pesquisa anteriormente apresentada também em âmbito regional e por biomas, dado os potenciais efeitos diferenciados sobre o território, trazendo ganhos frente à literatura sobre o tema, que geralmente se concentra em análises qualitativas ou de Equilíbrio Parcial.

Assim, o principal objetivo é estudar os impactos diferenciados do crédito rural familiar e de aumentos de produtividade na agropecuária e na extração vegetal brasileiras. Especificamente, pretende-se:

1. Avaliar as implicações do crédito rural via Pronaf, entre os anos de 2016 e 2019, sobre a produção agrária brasileira;
 - a. Identificar quais seriam os setores mais favorecidos;
 - b. Mostrar o papel dessa nova dinâmica de produção sobre o investimento no país;
 - c. Analisar esses efeitos e impactos não somente sobre os produtores familiares, mas também sobre os patronais;
 - d. Comparar os diferentes biomas brasileiros.
2. Estimar impactos de aumentos de produtividade, como as supostas no PRS, no campo.
 - a. Identificar quais seriam os setores mais impulsionados a partir de aumentos genéricos de produtividade nos setores rurais individualmente;
 - b. Mostrar o impacto potencial desse aumento sobre o investimento no país;
 - c. Analisar esses efeitos e impactos não somente sobre os produtores familiares, mas também sobre os patronais;
 - d. Comparar os diferentes biomas brasileiros.

As hipóteses que delineiam o trabalho são: i. o Pronaf impacta efetiva e positivamente a economia brasileira; não somente nos setores de produção agrária familiar e nas regiões onde se faz mais presente; e ii. aumentos de produtividade via alterações técnicas tais como as propostas pelo PRS nos biomas Amazônia e Mata Atlântica podem trazer impactos positivos sobre toda a economia brasileira; não somente nos setores e regiões de implantação.

Para uma adequada apresentação, esta Tese está organizada em três capítulos, além desta introdução e das conclusões. No segundo capítulo, será apresentada uma breve revisão da literatura que versa sobre o tema proposto, o qual discute o desenvolvimento rural via políticas de crédito e produtividade. O intuito é também subsidiar a compreensão sobre as raízes do movimento brasileiro em direção a uma economia com baixa emissão de CO₂ (doravante economia de baixo carbono) baseado na difusão de tecnologias menos emissoras. Em uma primeira seção do capítulo, se analisa a evolução estrutural da produção agrária brasileira, características da produção agrária familiar e patronal, bem

como sua inserção tecnológica. A outra seção do capítulo traz uma breve revisão sobre: i. o papel da produção agrária nas mudanças climáticas; ii. os impactos potenciais sobre a produção agrária, notadamente sobre a perda de produtividade; e iii. discussões de práticas sustentáveis e aumento da produtividade.

O terceiro capítulo será dedicado à apresentação da estrutura teórica, da base de dados e do procedimento de regionalização realizado a partir de um modelo de EGC: The Enormous Regional Model (TERM), capacitado a análises regionais. A resultante da regionalização para os biomas presentes nas UFs brasileiras – TERM-Biomas – é desenvolvida em dois modos de operação distintos: um dinâmico e inter-regional, elaborado para o tratamento de 18 setores produtivos e 48 regiões; e outro em estática comparativa e inter-regional, elaborado para o tratamento de 76 setores produtivos e 48 regiões. A justificativa para se valer de dois modos de operação no modelo está no fato de se buscar evitar alguns erros muito comuns na utilização de EGC, quais sejam, o de se agregar setores em excesso, comprometendo a capacidade de identificação de efeitos relevantes nos resultados, e o de se desagregar setores em excesso, o que pode comprometer a capacidade computacional das simulações; conforme explicado em subseção específica do capítulo. Fato é que, em ambos os modos de operação, cada uma das 27 UFs⁴ é representada em seus diferentes biomas constituintes.

Ainda no terceiro capítulo desta Tese, outras especificidades das simulações são apresentadas. Com relação à utilização de dados relativos a ambos os programas neste estudo, uma importante distinção deve ser feita. Por ser uma política já estabelecida e amplamente disseminada no Brasil, os dados disponíveis quanto ao crédito rural familiar via Pronaf dão base à modelagem de uma das simulações desta Tese; via construção do vetor de choque no modelo de EGC desenvolvido. Além disso, o programa se mostra presente na revisão da literatura apresentada no segundo capítulo e seus dados são incorporados ao modelo construído bem como apresentados em seção anexa a este trabalho. Os dados relativos ao PRS, por outro lado, ainda não são capazes de representar as magnitudes dos aumentos de produtividade que se supõe observados a partir da adoção de técnicas mais sustentáveis por produtores rurais. Sendo assim, o projeto foi mais longamente apresentado nesta introdução como uma motivação ao segundo grupo de simulações desta Tese, que visa avaliar, em termos econômicos, ganhos de produtividade sobre os setores agrários.

⁴ Considera-se o Distrito Federal (DF) como uma região separadamente, mesmo que este apresente tão somente, como também alguns dos 26 estados do Brasil, um bioma constituinte – no caso do DF, o Cerrado.

No quarto capítulo, são apresentados os resultados obtidos nas simulações, buscando-se identificar quais os mecanismos de transmissão e impactos potenciais das políticas de crédito rural familiar e de produtividade rural. Por fim, tecem-se as principais conclusões, apontando elementos para investigações futuras sobre o tema.

2. PRODUÇÃO, POLÍTICAS E PRODUTIVIDADE NO MEIO RURAL

Nesta seção, são apresentados os principais conceitos e aspectos teóricos que sustentam a questão de pesquisa proposta, que visa discutir o desenvolvimento rural via políticas de crédito e produtividade. É relativamente recente, a literatura sobre os impactos, na dinâmica econômica dos setores agropecuários e de extração vegetal, de práticas sustentáveis no campo. Quanto aos impactos do crédito rural familiar, apesar de se ter uma miríade de estudos, poucos trabalhos avaliam a importância da diferenciação dos biomas na mensuração de impactos sobre a produção agrária; e sobre os tipos de produtores no meio rural brasileiro.

Este estudo não tem por objetivo a realização de extensa revisão de toda literatura relacionada à tal discussão acessória ou aos métodos utilizados, o que se tornaria inviável, mas, isto sim, foca no tema em análise. O foco deste capítulo, então, se dá na contextualização do tema, ou seja, em uma análise da evolução estrutural da produção rural brasileira, das características das produções familiar e patronal, bem como de sua inserção tecnológica. Inicia-se com um pequeno histórico da produção agrária brasileira, suas características, estrutura e evolução, chegando até as produções agrárias familiar e patronal e suas caracterizações. Depois, mas ainda na primeira subseção deste capítulo, apresenta-se textos sobre a mensuração dos impactos ou efeitos de políticas agrárias. Por fim, é realizada a revisão de literatura da parte de mudanças climáticas, técnicas sustentáveis e produtividade. Assim, na segunda parte deste capítulo, é utilizada a seguinte ordem para a apresentação da revisão: i. o papel dos setores rurais nas mudanças climáticas; ii. os impactos potenciais sobre esses setores, notadamente sobre a perda de

produtividade; e iii. as discussões de práticas sustentáveis e aumento da produtividade no campo.

2.1. A produção rural no Brasil e a medição dos efeitos das políticas no campo

O início desta revisão de literatura se dá diretamente no tema proposto, que são os impactos de políticas públicas direcionadas aos produtores rurais sobre a economia. Até se chegar ao cerne desta questão, porém, analisa-se a evolução estrutural da produção rural no Brasil, suas características – quer em seu formato familiar, quer no patronal –, bem como sua inserção tecnológica. A ideia aqui é a de, primeiramente, fazer uma contextualização da temática ora tratada. Assim, pode-se dizer que esta subseção do capítulo 2 apresenta, na ordem, um breve histórico da produção rural no Brasil, suas características, estrutura e evolução, chegando-se até às produções familiar e patronal caracterizando-as; e, por fim, a discussão acerca de alguns textos que buscam formas de mensuração de impactos ou efeitos das políticas agrícolas, pecuárias ou extrativistas vegetais.

Iniciando-se por um breve histórico da agropecuária e da extração vegetal⁵ brasileiras, a título de contextualização da produção rural no Brasil, não se pode deixar de frisar a importância de ambas tanto no passado como no presente. Enquanto a extração vegetal é a exploração econômica de recursos naturais mais antiga da história da humanidade, a produção agrícola, bem como a pecuária são nacionalmente importantes desde o processo de povoamento do território brasileiro.

2.1.1. Agricultura e pecuária

O início se deu com a produção de cana-de-açúcar, posteriormente de café e, por fim, a pecuária, que conduziu o povoamento do interior do país. Barros (2014) coloca

⁵ A atividade extrativista vegetal é o ato de retirar elementos vegetais da natureza com o propósito de comercializá-los. Alguns exemplos de produtos da extração vegetal são o açaí, a castanha-do-pará e o pequi, embora a principal extração vegetal brasileira seja a extração de madeiras. E, aqui, é que se faz necessária a conceituação de silvicultura. A silvicultura se dedica ao estudo dos métodos naturais e artificiais de regenerar e melhorar os povoamentos florestais e que compreende o estudo botânico das espécies, além da identificação, caracterização e prescrição da utilização das madeiras. Posto isso, aqui, quando se diz “extração vegetal” almeja-se, por enquanto, contemplar tanto a extração da floresta nativa, quanto a da floresta plantada (silvicultura). Quando posteriormente for necessária a distinção entre produtos da extração vegetal e da silvicultura neste estudo, a mesma será propriamente identificada.

que, em termos da agricultura como importante para o desenvolvimento brasileiro, os primórdios são através do café:

No início do século XIX, a economia brasileira era essencialmente agroexportadora e vivia em meio às oscilações dos mercados do açúcar, do algodão e do arroz, no rescaldo da Revolução Francesa e da Guerra da Independência dos Estados Unidos. O ouro entrava em declínio, e o café iniciava o processo de expansão, que o tornaria a principal fonte de riqueza do País.

Na década de 1930, o café, principal fonte de riqueza do país, preocupava o governo de Getúlio Vargas, segundo Barros (2014), devido a: i. um crescimento muito rápido da produção em relação à demanda; e ii. o poder dos agentes internacionais no mercado. Por conta da queda nos preços gerada pela crise da superprodução de café, o governo passou a adquirir volumosos estoques para queima. Em 1937, é criada a Carteira de Crédito Agrícola e Industrial (Creai) e o Banco do Brasil (BB) passou a oferecer crédito oficial à agricultura (BARROS, 2014). Em 1940, porém, o Produto Interno Bruto (PIB) agrícola havia encolhido para pouco menos de 30% do PIB e, ainda nessa mesma década, a baixa nutrição da população viria a se tornar questão política nacional. Segundo Barros (2014), a reação do governo foi tripla: i. intervenção nos mercados através de instituições de controle da produção e dos preços⁶; ii. acelerar a “marcha para o Oeste”; e iii. assumir a visão da indústria, em detrimento da agropecuária, como motor do crescimento. Com relação à ocupação não pacífica das fronteiras em especial em direção à área de Cerrado no Centro-Oeste, entre as décadas de 1940 e 1960, Barros (2014) coloca que:

A partir de certo ponto, o processo escapou ao controle, e o que era um dos seus objetivos – estabelecer um sistema agrário razoavelmente equitativo – ficou inteiramente prejudicado. A concentração da propriedade da terra também foi resultado da combinação de inovações tecnológicas com preços relativos de fatores de produção: terra barata, capital subsidiado e custo artificialmente elevado do trabalho levaram substanciais vantagens para a produção em larga escala.

⁶ Os principais exemplos, segundo Barros (2014), são: o Instituto do Açúcar e do Alcool, o Departamento Nacional do Café e o Instituto Brasileiro do Café.

A reforma agrária possível, tal como foi institucionalizada, se mostrou insuficiente, demorada e de eficácia questionável; enquanto a política agrícola da década de 1960 efetivamente visava à modernização para, através de aumentos de produtividade e redução de custos, beneficiar toda a sociedade (BARROS, 2014). Segundo Alves e Pastore (1980 *apud* BARROS, 2014, p. 90), essa política agrícola teve as seguintes características: i. voltada para a produção; ii. aumento de área e de produtividade para garantir a sustentabilidade; iii. preços mínimos⁷, crédito, pesquisa e extensão viabilizando modernização; e iv. reforma agrária limitada às regiões nas quais a estrutura agrária fosse impeditiva da modernização. De acordo com Barros (2014), tais estímulos foram também uma espécie de compensação necessária à política macroeconômica que favorecia a industrialização em detrimento da agropecuária, ou seja, câmbio sobrevalorizado além de outros instrumentos de controle.

Por volta de 1970 e principalmente por conta do novo motor de crescimento assumido, segundo Barros (2014), o PIB da agropecuária e extração vegetal havia caído a 14% do nacional, enquanto que o industrial havia crescido para 33% e a população urbana já representava 56% dos brasileiros. Além disso, segundo Frankel (1986) e Schuh (1974), a economia mundial é impactada por um choque duplo de oferta: a “crise do petróleo” e o “boom de *commodities*”⁸. As condições estavam dadas, então, como favoráveis aos produtos primários para exportação. Assim, ganham espaço nos meios políticos e acadêmicos brasileiros, as discussões sobre como resolver a questão do abastecimento atacando-a pela raiz; isto é, aumentando a produção a preços acessíveis. Por fim, surgia o Programa Nacional do Alcool (Proálcool), que trazia a agricultura também para o ramo energético, através de crédito subsidiado às partes agrícola e industrial e garantias de preço e mercado. Conforme colocado por Barros (2014), a demanda sobre a agricultura a essa altura se torna excessiva: abastecimento interno, geração de divisas, controle da inflação e participação na solução energética.

A agricultura brasileira passa a ter um contato cada vez maior com a mecanização e com os produtos químicos, nos princípios da “Revolução Verde”, bem como com melhor assistência técnica e capacitação. Barros (2014, p. 92) explica que:

⁷ Segundo Barros (2014), a Comissão de Financiamento da Produção (CFP), que havia sido criada em 1943, passou a ter atuação mais ativa na década de 1960.

⁸ *Commodities* nada mais são que “produtos primários agrícolas, minerais e energéticos, mais produtos industriais baseados em setores intensivos em recursos naturais” (Barros, 2014, p. 104).

Olhando para um cenário de mais longo prazo, o serviço de assistência técnica e extensão – que, durante muito tempo, não havia sido bem inserido – foi atribuído à Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater), já em 1974. A Lei nº 6.126, que a criava, também promovia sua integração à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), criada em 1973. A Embrapa, juntamente com os programas de desenvolvimento regionais, dedicou-se ao processo de utilização do solo do Cerrado. Com a inauguração da nova capital e com a construção de rodovias na região, enceta-se uma série de programas para a colonização e a ocupação do Centro-Oeste, envolvendo tanto o setor público – que entrou com infraestrutura e incentivos fiscais, de crédito e de preços – quanto o setor privado, nacional e internacional, os quais montariam os empreendimentos agropecuários (DINIZ, 2006; SILVA, 2000).

Assim, segundo Lima e Barros (1996), os gastos do governo na agricultura cresciam além do necessário, a política de preços gerava incerteza e implicava estoques; mas o quadro da década de 1970 seria revertido na década seguinte. Isso porque, os preços dos produtos de origem animal e vegetal ao produtor, de 1980 a 1990, caíram 51% e 58% respectivamente. Somente entre 1987 e 1989, segundo Barros (2014), as aplicações do governo federal na agricultura foram reduzidas em 46% em razão do controle fiscal, mas em um período no qual o déficit público operacional, ainda assim, não diminuiu, mas aumentou – de 5,5% para 6,9% do PIB. Uma diminuição em 78% no programa de abastecimento, que abarcava a política de preços e estoques reguladores de grãos, inclusive trigo, café e açúcar; foi realizada nesse curto espaço de tempo. A década de 1980 foi caracterizada ainda por um corte substancial nos preços reais do setor, para além do apoio deficiente e, posteriormente, a queda nos gastos públicos com agricultura (BARROS, 2014).

O setor agrícola ainda seria abalado por mais uma mudança, e a insolvência que o setor já apresentava – e que conduziu os produtores à inadimplência e à consequente diminuição na disponibilidade de recursos – contribuiu para o constrangimento no crédito pelo qual passou a agricultura nesse período. Segundo Barros (2014), houve um corte no crédito agrícola na ordem de 35,5% somente entre 1987 e 1989, caindo de US\$ 31,8 bilhões (trinta e um vírgula oito bilhões de dólares americanos) para US\$ 20,5 bilhões (vinte vírgula cinco bilhões de dólares americanos). Apesar dos baixos preços e crédito, a expansão agrícola continuava. Isso principalmente devido ao fato de a produtividade setorial crescer a 2,4% ao ano (GASQUES; BASTOS; BACCHI, 2011), fazendo com que a agricultura representasse 10,5% do PIB brasileiro em 1990.

Em meio ao amplo movimento de liberalização da economia brasileira, na década de 1990, foi criada a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), “empresa pública federal, constituída pela fusão das empresas públicas Companhia Brasileira de Alimentos (Cobal), Companhia Brasileira de Armazenamento (Cibrazem) e Companhia de Financiamento da Produção (CFP)” (BARROS, 2014, p. 98). Por outro lado, a Embrater, bem como outros órgãos e empresas estatais, conforme explicitado a seguir, foram extintos. Saes e Silveira (2014), ao discorrerem sobre as tendências recentes quanto às novas formas de organização das cadeias agrícolas brasileiras, colocam os principais condicionantes do ambiente institucional brasileiro, no início da década de 1990. Quando no âmbito das cadeias produtivas agrícolas, Saes e Silveira (2014, p. 300-301), ao tratarem das transformações do quadro institucional brasileiro a partir do final da década de 1980, referem-se aos seguintes quatro principais “pilares de mudança da política governamental”:

1) Desregulamentação dos mercados agrícolas, cujos casos emblemáticos são o fim do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) e do Instituto Brasileiro do Café (IBC), em março de 1990. 2) Menor disponibilidade de crédito oficial e diminuição de subsídios, particularmente a partir da extinção da Conta Movimento do Banco do Brasil, em 1986. Com a extinção da Conta Movimento, o fornecimento de recursos do Banco Central ao Banco do Brasil passou a ser identificado nos orçamentos das duas instituições, ficando eliminados os suprimentos automáticos. Os recursos do Tesouro Nacional destinados ao crédito rural, que eram de 80% do total do crédito rural concedido pelo Banco do Brasil, em 1985, caíram para 14%, em 1990. 3) Maior exposição ao mercado externo, marcada pela Resolução nº 155 do Conselho Nacional do Comércio Exterior (Concex), em 1988, na qual foi aprovada medida que visava à liberalização do mercado externo. As exportações de arroz, milho, soja e algodão deixaram de estar sujeitas às restrições quantitativas e qualitativas, ficando, entretanto, condicionadas a um sistema de registro prévio de venda. 4) Desregulamentação dos preços no varejo, com a extinção do Conselho Interministerial de Preços (CIP), que tinha a atribuição de implementar a sistemática reguladora de preços.

Foi-se configurando uma tendência paulatina de se buscar o ajuste dos setores agrícolas – e da economia de uma forma geral – em um regime comercial que fosse mais livre de intervenções, derrubando-se subsídios, tarifas e demais empecilhos ao comércio. No período de 1985 a 1992, Valdés (1996) coloca que as estimativas de auxílio agrícola (via preços de produtos, preços de insumos e/ou crédito rural) indicavam que tal apoio

havia caído para apenas 0,1% do PIB do setor. A partir de 1992, as câmaras setoriais – criadas no final da década de 1980 para tratar de questões levantadas pelos diversos planos econômicos (ANDERSON, 1999) – passaram a fazer diagnósticos e a definir estratégias voltadas à competitividade. Até 1995, somente no Ministério da Agricultura, foram criadas 36 câmaras setoriais pela Lei Agrícola de 1991 (BARROS, 2014).

Os anos 1990 ainda sinalizariam para a necessidade de uma concentração de esforços distributivos principalmente no meio rural. Isso porque, conforme dados apresentados em Barros (2014), a pobreza rural alcançava o dobro daquela registrada para o Brasil como um todo: aproximadamente 56%. Além disso, a questão agrária pouco evoluiu durante a referida década. A título de ilustração, o coeficiente de Gini⁹ de concentração da posse da terra mostra isso ao permanecer praticamente o mesmo daquele de 15 anos atrás, em 0,857, conforme dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (BRASIL, 2012).

Isso tudo em um contexto de importante produtividade da agricultura, que “crescera a 3,7% ao ano na década, fator importante por ajudar no controle da inflação e na geração de divisas num período turbulento que o mundo então vivia” (BARROS, 2014, p. 100). Por outro lado, a predominância de pequenas propriedades e produção, bem como a inadequação dos instrumentos de política agrícola disponíveis para atender a tais produtores, desaguaram na criação do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf); o qual foi assumindo cada vez maiores parcelas do financiamento agrícola brasileiro, conforme detalhado posteriormente. Assim, a década de 1990 foi de continuada crise da dívida agrícola. Em 1995, por exemplo, o governo brasileiro envolveu-se em uma renegociação; a qual resultou em renúncia de parte dos valores devidos (DIAS, 2006). Entre 1996 e 1997, houve a criação de novos instrumentos, como o Prêmio de Escoamento de Produção (PEP) e as Opções de Venda (CONCEIÇÃO, 2002), além da desindexação dos preços mínimos de garantia. Tais instrumentos se apresentavam como formas de: i. afastar o governo das operações físicas de movimentação da safra; e ii. reduzir os gastos oficiais aos níveis necessários apenas para a equalização de preços de mercado ao preço mínimo (BARROS, 2014).

⁹ O coeficiente de Gini é uma medida de desigualdade e consiste em um número entre 0 e 1. Um valor 0 para o coeficiente de Gini corresponderia à completa igualdade (no caso, a terra estaria igualmente distribuída a toda a população do Brasil no período em análise), enquanto um valor 1 corresponderia à completa desigualdade (onde uma pessoa concentraria toda a posse e os demais brasileiros nada possuiriam de terra).

Os anos 2000 chegaram e a produção agrícola brasileira seguia em franca ascensão. Algumas questões, porém, continuavam sendo desafios ao governo. Barros (2014, pp. 101-102) resume da seguinte forma:

Em 2000, a agricultura representava 11%, e a indústria, 28% do PIB brasileiro, com esta última perdendo, em comparação a 1990, 2% de sua participação para o setor de serviços (BONELLI, 2006). A agricultura empregava de 15% a 17% da população ocupada do País (BUAINAIN; DEDECCA, 2008), perto da metade da cifra de 20 anos atrás. O PIB total havia crescido a uma taxa anual de apenas 2,5% ao ano na década; já o PIB agrícola crescera a 3,7% ao ano. O índice de Gini da desigualdade de renda havia sofrido pequena queda, para 0,596; no meio rural, era de 0,543. Ambos se achavam em queda contínua desde, pelo menos, 1993 (NERI, 2012), mas a taxa de pobreza era de cerca de 54% no campo e de 28% no País como um todo, ambos em queda, desde pelo menos 1992 (NERI, 2011). O índice de analfabetismo era de 12,8% (FERRARO, 2012).

Com relação à crise da dívida no Brasil, mais uma renegociação foi realizada em 2001. A Rodada de Doha da Organização Mundial do Comércio (OMC), iniciada em novembro de 2001 e focada em negociações multilaterais, apresentou esforços consideráveis ao longo de toda a década de 2000 para que as negociações não se revelassem um total fracasso (BARROS, 2014). A referida rodada foi suspensa em 2007 devido à falta de acordo entre as partes; e a reforma da política agrícola se mostrava uma das principais incertezas segundo Barros (2014). Assim, os custos relacionados à dívida agrícola permaneciam presentes ao longo da década de 2000, apesar do desempenho expressivo da agricultura brasileira. Os riscos atrelados ao financiamento agrícola aumentavam de tal forma que o BB precisou aumentar suas provisões sobre o saldo na carteira de agronegócio, segundo Silva (2010), de 1,8% para 8,1% entre os anos de 2003 e 2009.

Segundo Cunha *et al.* (2011), a participação dos bens primários nas exportações do Brasil subiu de 48,5% para 64,2% entre os anos de 1995 e 2009. As importações da China aliadas a alguns outros fatores levam a uma tendência de aumentos nos preços de *commodities* no geral a partir de 2003. Esse destaque se faz importante uma vez que estava assim apresentada uma reversão nas quedas acentuadas de preços desde a década de 1970. Nas palavras de Barros (2014, pp. 103-104):

O Brasil tirou proveito disso, aumentando espetacularmente suas exportações, as quais cresceram a 4,6% ao ano de 1994 a 2003, e passaram a crescer a 10,2% de 2004 a 2013. No caso específico do agronegócio (agropecuária mais agroindústria), suas exportações cresceram 270% de 2000 a 2010 (MAPA). Ajudou muito o fato de a produtividade da atividade agropecuária ter crescido 73% na década de 2000 a 2010 (GASQUES *et al.*, 2011). [...] No caso da indústria de transformação, segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC), o crescimento das exportações foi de 179%, estando incluídos nesse valor os segmentos de alta tecnologia, com 36%, média-alta, com 185%, média-baixa, com 188% (onde se incluem minerais e metais); e baixa tecnologia, com 230% (onde se inclui a agroindústria). No caso das importações, as cifras foram, respectivamente, de 224%, 152%, 251%, 288% e 194%.

Com relação à desigualdade de renda no meio rural, em 2009, o coeficiente de Gini havia caído para 0,489 vis-à-vis 0,545 no Brasil como um todo. Quanto à desigualdade na posse de terra, porém, o coeficiente de Gini estava um pouco maior (mostrando uma maior desigualdade) em 2006 do que em 1995: 0,872 conforme dados apresentados em Sousa e Silva (2012). Isso tudo em um contexto no qual, em 2009, 17%¹⁰ da força de trabalho brasileira estava ocupada no setor primário, segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (BRASIL, 2010).

Apesar de o salário mínimo (SM) real ter mais do que dobrado de 1995 até o final da década de 2000, a questão da pobreza e, mais especificamente, da pobreza no campo, continuava sendo uma importante discussão em torno da produção e da política no meio rural brasileiro. Barros (2014, p. 105), ao caracterizar a chamada “nova classe média dos anos 2000”, coloca que:

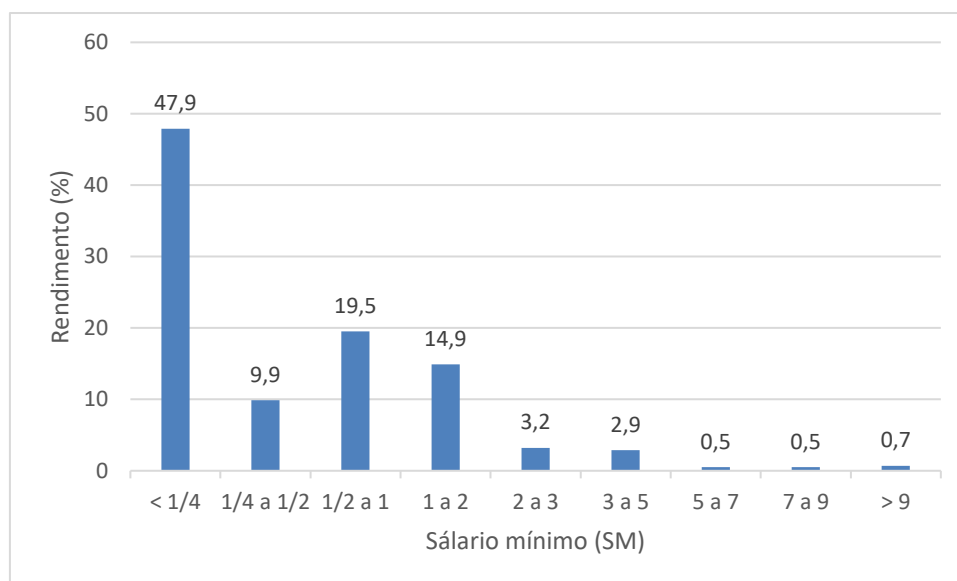
A pobreza no País em geral havia caído para 15,3% e, especificamente para o meio rural, para 31,9%. Segundo Neri (2012), da redução de pobreza entre 2001 e 2011 (de 24,5% para 10,4%), pouco mais da metade deveu-se à expansão das transferências na área social. Diante dessas melhoras nos índices de desigualdade e pobreza, segundo Horie (2012, p. 1), observou-se no País, desde 2004, uma mudança caracterizada pela “mobilidade social ascendente de milhões de pessoas para o que se condicionou qualificar genericamente de ‘classe média’”. Comparando o ano de 1981

¹⁰ Em 2009, além desses 17% no setor primário, a indústria e a construção civil (setor secundário) ocupavam 22,1% da força de trabalho nacional, enquanto o setor de serviços, 53%, conforme a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (BRASIL, 2010).

com o de 2009 (tendo-se em conta que o número de ocupados praticamente dobrou nesse período, de 45,3 milhões para 89,4 milhões), Horie (2012) constata, estudando microdados da PNAD/IBGE, que, entre a população ocupada brasileira, houve a seguinte mudança de composição: miseráveis (de 38,5% para 23,9%), massa trabalhadora (de 27,4% para 32,7%), baixa classe média (de 21,1% para 30,6%), média classe média (de 9,2% para 8,5%) e alta classe média (de 3,8% para 4,4%). Houve, portanto, redução na proporção dos trabalhadores ocupados classificados como miseráveis, os quais migraram para a “massa trabalhadora”, e desta, para a baixa classe média. Esses dados podem ser associados à distribuição setorial do emprego, que, no setor primário, caiu de 29% para 16%, na indústria de transformação pouco variou (passando de 15% para 14%), o mesmo se dando com a construção civil (de 8,1% para 7,5%), significando que uma parcela equivalente à que pertencia ao setor primário foi ter ao setor de serviços. Deve-se ter em mente, ademais, que, na indústria de transformação, a ocupação que cresceu foi a da faixa correspondente ao segmento de baixa e média-baixa tecnologia (de 65,7% para 79,9%), com correspondente encolhimento na importância da ocupação nos segmentos de média-alta e alta tecnologia, onde se ocupam predominantemente as classes de mais alta renda. Sabe-se ainda que 45% dos miseráveis encontravam-se entre os trabalhadores agrícolas em 2009, enquanto 48%, no setor de serviços que não demandam qualificação.

Em meio a um contexto de SM crescente e quedas nos indicadores relativos à pobreza no Brasil, com até mesmo uma nova classe média ascendente, a crise financeira que se seguiu parece ter caído predominantemente e de forma desigual sobre os trabalhadores do campo. Barros (2014, p. 107) mostra, através de dados da PNAD de 2012, que “o rendimento do trabalho modal no Brasil situa-se no estrato de 1 a 2 salários mínimos de R\$ 622,00 ao mês”. Os setores industriais, da construção civil e de serviços apresentam claramente essa mesma moda para os valores de rendimento (BARROS, 2014). O Gráfico 1 apresenta a distribuição dos rendimentos do setor primário e mostra que, em tal setor, o rendimento modal é inferior a $\frac{1}{4}$, ou seja 25%, de 1 SM.

Nota-se que quase metade dos rendimentos no campo se apresentava como inferior a $\frac{1}{4}$ de SM em 2012 (Gráfico 1). Barros (2014) mostra que, na indústria, na construção civil e nos serviços, as distribuições de rendimentos são relativamente parecidas, com moda entre 1 e 2 SM (frequência entre 36% e 44,5%).



Fonte: elaboração própria com base nos dados da PNAD do IBGE (BRASIL, 2012).

Gráfico 1 – Distribuição dos rendimentos do trabalho no setor primário, estrato de salário mínimo, Brasil, 2012.

Enfim, na medida em que as propriedades rurais desbravavam o interior brasileiro, surgiam as vilas e os povoados. Vários foram os fatores que determinaram a expansão da agropecuária no país; os principais, porém, são: i. um grande mercado interno; e ii. grandes extensões de terra com relevo e clima favoráveis (principalmente, em alguns de seus biomas¹¹). Assim, em termos de emprego e geração de produção, a agropecuária se destacou desde os primórdios no Brasil. Barros (2014, p. 110) resume da seguinte forma:

A pobreza e a desigualdade da distribuição de renda, que ainda marcam fortemente a sociedade brasileira, são relacionadas ao processo extremamente concentrador de distribuição da posse da terra, cujas raízes estão nas capitâneas hereditárias e nas sesmarias, o que foi reforçado pela Lei das Terras, de 1850. O período extremamente longo de escravidão de indígenas e africanos também marca profundamente a sociedade dos dias de hoje. O grande influxo de mão de obra imigrante veio somar-se a esse contingente, formando uma força de trabalho heterogênea que, a partir dos anos 1930, passou a crescer a taxas elevadas, sem que nela fossem feitos os investimentos que um projeto de desenvolvimento exigia.

A modernização da agricultura e a industrialização sempre foram objetivos nas expedições desenvolvimentistas brasileiras. Isso se deve a uma crença de que, por meio

¹¹ Mais notoriamente, os biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica.

do atingimento de tais objetivos, a produtividade e, conseqüentemente, a remuneração do trabalho cresceriam e seriam bem distribuídas. Porém, as questões sobre o acesso aos meios de produção e a qualificação da força de trabalho, ficaram à deriva (BARROS, 2014). Quando se compara a realidade brasileira com a experiência de outros países, o atingimento dessa estratégia parece ser muito limitado em termos de progresso econômico e social significativos na sociedade do Brasil.

Além disso, a produção agropecuária no Brasil sempre foi caracterizada por uma heterogeneidade tecnológica. Assim, as propriedades rurais podem ser classificadas, segundo o seu nível tecnológico ou grau de tecnologia empregado na propriedade rural, em: i. tradicional (prática de agricultura ou pecuária vinculada na produção sem tecnologias); ou ii. moderna (prática de agricultura, em geral, em grandes propriedades monocultoras ou pecuária vinculada na produção com tecnologias). A agricultura moderna no Brasil, porém, só cresceu a partir da década de 1970, com o incremento da monocultura comercial com grande expansão de gêneros agrícolas para a indústria (na forma de matéria-prima) e para a exportação (tanto na forma alimentícia quanto na forma de insumos). Após esse período, foram surgindo novas tendências de produção e comercialização, como as cooperativas agrícolas, que nada mais são que associações de pequenos e médios produtores rurais que se agrupam com a finalidade de conseguir melhores preços de compra e de venda.

Pode-se dizer que outra nova tendência de produção é aquela a partir do surgimento da agricultura de precisão. Em seus primórdios, o foco da agricultura de precisão no Brasil se deu sobre máquinas dotadas de receptores do Sistema de Posicionamento Global (em inglês, *Global Positioning System – GPS*)¹² e mapas de produtividade (BERNARDI *et al.*, 2014). Ainda a respeito da fase inicial da agricultura de precisão no Brasil, Inamasu *et al.* (2011, p. 15) coloca que:

Talvez, devido à essa fase, estabeleceu-se no Brasil, um senso comum de que o tema AP [agricultura de precisão] é uma área do conhecimento relacionada à sofisticação das máquinas agrícolas por meio de eletrônicas embarcadas e sistemas computacionais complexos, apesar do impacto final objetivar a sustentabilidade do agronegócio. A comunidade acadêmica, por sua vez, priorizou trabalhos iniciais

¹² O Sistema de Posicionamento Global (em inglês, *Global Positioning System – GPS*) é um sistema de navegação por satélite. Se um aparelho receptor móvel estiver contido nas áreas de captação de três satélites GPS – quatro ou mais para uma maior precisão –, este sistema fornecerá ao receptor, a qualquer momento e em qualquer região do planeta, dados como: i. posição, ii. horário, iii. condições atmosféricas, dentre outros.

voltados ao desenvolvimento de máquinas e equipamentos, por entender que ali estavam os principais desafios. Como primeiros passos, os temas propostos foram bem fundamentados, mas reforçou de certa forma o senso comum. Cita-se como exemplo o edital da FINEP Chamada Pública MCT/FINEP/CT-AGRO – Agricultura de Precisão 01/2008.

Já em princípios da década de 1990, surgiam os primeiros trabalhos com os mapas de produtividade apontando a variabilidade da produção em áreas antes consideradas uniformes; o que levava àquela priorização (INAMASU *et al.*, 2011). Assim, a euforia logo chegou tanto no meio produtivo como no acadêmico. Àquela época, porém, os custos com as máquinas ainda eram apontados como entrave. Atualmente, o custo de sistemas computacionais e do *GPS* permite a utilização de tais sistemas até mesmo em equipamentos de uso pessoal, como os telefones portáteis. Assim, Bernardi *et al.* (2014) versam sobre os resultados de um novo olhar, ou seja, uma nova fase da agricultura de precisão no mundo, uma vez que tal forma de agricultura avança para muito além de culturas tais como o milho e a soja. Basta que a cultura apresente uma variabilidade espacial. O que se tem buscado com a utilização de agricultura de precisão, como colocado por Inamasu *et al.* (2011, p. 15), reside em “gerenciar a variabilidade espacial e maximizar retorno econômico minimizando efeito ao meio ambiente é o objetivo principal da AP [agricultura de precisão]”, embora ainda existam “muitos desafios a serem vencidos para que a AP [agricultura de precisão] apresente resultados mais expressivos no País”. Portanto, a troca de informações é fundamental em termos de ampliação dos resultados e do estabelecimento de técnicas e procedimentos de agricultura de precisão para as condições que estão postas para a agricultura no Brasil. Segundo Barros (2014), apesar de dificuldades, a agricultura brasileira conseguiu incorporar a tecnologia gerada nacionalmente. Ademais, as economias de escala permitiram que a maior parte da produção agrícola brasileira se transformasse como que em uma indústria – “fábricas a céu aberto” –, com elevada relação capital por trabalho (BARROS, 2014, p. 111).

2.1.2. Extração vegetal e silvicultura

Com relação à extração vegetal no Brasil, uma vasta fonte de informações é a pesquisa Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) do IBGE. A PEVS

apresenta informações sobre a quantidade e o valor da produção decorrente dos processos de exploração dos recursos vegetais nativos e dos maciços florestais plantados, tendo como unidade de coleta o município (BRASIL, 2018c). Além disso, a área total existente e a área colhida de cultivos florestais também são objetos da pesquisa. A periodicidade da pesquisa é anual. Sua abrangência geográfica é nacional, com resultados divulgados para Brasil, Grandes Regiões, Unidades da Federação (UFs), Mesorregiões, Microrregiões e Municípios (BRASIL, 2018c).

Em 1938, o Ministério da Agricultura deu início ao levantamento de informações sobre o extrativismo vegetal brasileiro. Com a publicação do Decreto nº 73.482 de 17 de janeiro (jan.) de 1974, o IBGE tornou-se o responsável por todas as fases da, a partir de então, pesquisa Produção Extrativa Vegetal – precursora da PEVS –, bem como pelos inquéritos estatísticos relacionados ao setor agropecuário. Com a concessão de incentivos fiscais para reflorestamento e a implantação de projetos industriais nas áreas de papel, celulose e siderurgia, a silvicultura ganhou ainda mais importância no Brasil e, em 1974, o IBGE lançou a pesquisa Silvicultura. Em 1986, enfim, ocorreu a fusão das duas pesquisas na PEVS (BRASIL, 2018c).

O extrativismo vegetal brasileiro compreende toda formação florestal natural e espontânea existente no país, da qual são coletados produtos, abrangendo alimentícios, borrachas, ceras, fibras, madeiras, oleaginosos, entre outros, bem como a produção de nó-de-pinho, árvores abatidas e madeira em tora do pinheiro-brasileiro nativo (BRASIL, 2018c). No que diz respeito à silvicultura, é contemplada toda a formação florestal existente no Brasil que tenha sido plantada e conduzida até a colheita pela ação do homem, abarcando cascas de acácia-negra, folhas de eucalipto, resina, além da produção de carvão vegetal, lenha e madeira em tora, segundo as principais espécies florestais plantadas para exploração (eucalipto, pinus e outras).

No começo da década de 1990, após o assassinato do líder sindical Francisco Alves Mendes Filho (mais conhecido como Chico Mendes) em 1988 e com a elevação do interesse pelos produtos extrativos considerados “não-madeireiros” da Amazônia, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) questionava o direcionamento político e o modelo de desenvolvimento econômico que estava sendo imposto à Amazônia (HOMMA, 1993). Era identificada, há cerca de 30 anos, então, a existência de produtos extrativos a serem explorados, como foi o caso da extração madeireira, do aproveitamento industrial do palmito, do fruto do açaí, da castanha-do-pará, entre outros, com grandes estoques naturais disponíveis na Amazônia. Homma (1993, p. 36) reabriu o

debate sobre o perfil tecnológico da domesticação de espécies nativas, a descoberta de substitutos sintéticos, o crescimento populacional e as relações de preços na economia amazônica, apontando assim a “opção extrativa”, correta ou não, pretendida para a Amazônia pelos movimentos ecológicos, nacionais e internacionais, organismos internacionais e governos de países desenvolvidos. Para aqueles que se preocupavam com os destinos da Amazônia, a Embrapa trazia um alerta e uma valiosa contribuição para a compreensão da realidade regional (HOMMA, 1993).

Com relação, mais especificamente, à silvicultura, Brito (2007) faz uma boa discussão acerca do uso energético da madeira e, assim, coloca que não faz muito tempo que a madeira deixou de ser a fonte principal de energia primária no Brasil. Na década de 1970, a madeira foi superada pelo petróleo e, posteriormente, pela hidroeletricidade. Assim, a participação da madeira no balanço energético brasileiro veio decrescendo até por volta da virada do milênio, quando, segundo Brito (2007), pode-se dizer que houve uma reversão nessa tendência. Isso porque a evolução do consumo global de energia, baseada em combustíveis fósseis, conduziu o mundo a uma matriz energética insegura, cara e, sobretudo, prejudicial ao ambiente. Assim, muitos países começaram a considerar a necessidade de mudanças em direção a uma intensificação do aproveitamento de outras fontes energéticas, sobretudo as renováveis, dentre as quais se encontra a madeira (BRITO, 2007). Tal discussão se faz importante uma vez que, como pontuado por Tuoto e Hoeflich (2007), especialistas evidenciam que o principal impacto da ausência de cultivos florestais no país seria uma maior pressão sobre as florestas nativas; ou seja, “floresta plantada poupa mata nativa” (TUOTO; HOEFLICH, 2007).

Enfim, ainda em termos da produção rural no Brasil, suas características, estrutura e evolução, Buainain *et al.* (2014) revelam que o mundo rural no Brasil do século XXI tem se caracterizado pela formação de um novo padrão agrário e agrícola. Esta seria uma outra fase do padrão de acumulação no meio rural, colocando todas as modalidades de capital, sobretudo o financeiro, no cerne do desenvolvimento agrário. Os especialistas, conforme Buainain *et al.* (2014), afirmam que, na medida em que as quantidades produzidas e os rendimentos das atividades agropecuárias passam a depender cada vez mais de investimentos em infraestrutura, máquinas e tecnologia, além de tão somente de extensões de terra, o papel tradicional e decisivo exercido no passado pela posse de terras, dessa forma, passa a um segundo plano. Além disso, em um mundo crescentemente concorrencial, as ditas novas formas de capital são mais justamente valorizadas, como pode-se perceber a partir dos crescentes investimentos nas condições de trabalho e do

meio ambiente e, principalmente, na qualificação dos recursos humanos (BUAINAIN *et al.*, 2014).

2.1.3. Tipologias de produção

Para melhor pensar nessa nova fase do padrão de acumulação no meio rural brasileiro, faz-se necessária aqui uma caracterização que contemple ambas as tipologias de produção a serem tratadas nesta Tese: as produções familiar e patronal. Na verdade, de princípio já deve-se deixar claro que a perspectiva ora tratada é complementar, ou seja, todo o universo dos produtores rurais brasileiros estará contemplado aqui ainda que se debruce mais atentamente na caracterização de um dos tipos de produtores, a já antiga discussão acerca da definição e análise conceitual do produtor rural familiar. Assim, o outro grupo de produtores, de maneira complementar, fica chamado, por antonomásia, de patronal. Feita tal clarificação, pode-se buscar, agora, fontes de definição para o termo “familiar” dentro do contexto da discussão anteriormente referida.

A definição de produtor rural familiar utilizada nesta Tese é aquela apresentada para o termo “agricultor familiar” na Lei nº 11.326, de 2006. Como bem problematizado e elencado em Navarro (2010, p. 186):

Conforme a lei, entende-se por *agricultor familiar* aquele que pratica atividades no meio rural e atende, simultaneamente, aos seguintes critérios: *i)* não detenha mais que quatro módulos fiscais; *ii)* utilize predominantemente mão de obra da própria família; *iii)* obtenha renda familiar predominantemente originada de atividades realizadas no próprio estabelecimento; e *iv)* dirija o estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Navarro (2010) problematiza e discute, em seu capítulo, a noção de agricultura familiar acima, correntemente empregada no Brasil. O autor deixa claro – e é crucial que se faça o mesmo nesta Tese – que, apesar de legítima em um contexto democrático, a institucionalização da noção de produtor rural familiar não se sustenta em base teórica alguma. Tal noção teria surgido para “permitir o acesso aos fundos públicos por parcela expressiva dos produtores, antes marginalizados da ação do Estado” (BUAINAIN, 2007 *apud* NAVARRO, 2010, p. 188), conforme esmiuçado posteriormente, nesta Tese, ao se tratar o contexto da criação do Pronaf no Brasil. Além disso, deve-se frisar que a nomenclatura “familiar” em todas as acepções do presente contexto – agricultura,

pecuária, agropecuária, extração vegetal, silvicultura, agrícola, rural, produtor, produção etc. – ainda requer melhor refinamento em termos de definição. Tal avanço propiciaria, dentre tantas outras vantagens, um aperfeiçoamento em termos de acesso deste grande grupo de famílias rurais brasileiras às políticas e demais ações governamentais a ele destinadas (NAVARRO, 2010).

A ausência de base teórica, segundo Navarro (2010, p. 188), se deve ao fato da “notável diversidade” dentro do grupo dos ditos agricultores familiares; o que, assim, exigiria uma revisão da noção de agricultura familiar que apontasse suas “quase infinitas variações”. Para o propósito deste trabalho, porém, o agrupamento dos produtores rurais tão somente nestes dois grandes e diversos grupos – familiares e patronais – cumpre bem seu propósito. Isso porque, como poderá ser visto adiante, a análise principal se dará sobre o acesso à uma forma de política agrícola específica – o Pronaf –; a qual se utiliza em seus cadastramentos e avaliações a mesma definição, chamada por Navarro (2010, p. 188) de “político-sindical” ainda que consagrada em lei, como colocada anteriormente.

Fato é que a definição de agricultura familiar varia entre países e contextos. Garner e Campos (2014) revisaram 36 definições e usos do termo “agricultura familiar” por acadêmicos, organizações governamentais e da sociedade civil que descrevem as características que tornam as propriedades rurais familiares únicas. Após a revisão desses conceitos, Garner e Campos (2014, tradução do autor desta Tese)¹³ apresentam a seguinte definição:

A agricultura familiar é um meio de organização da produção agrícola, florestal, pesqueira, pecuária e de aquicultura que é gerenciada e operada por uma família e predominantemente dependente do trabalho familiar, tanto de mulheres quanto de homens. A família e a propriedade rural estão ligadas, evoluem conjuntamente e combinam funções econômicas, ambientais, reprodutivas, sociais e culturais.

A maioria das definições reconhece o papel do trabalho familiar e o papel da família na gestão da operação agrária. No entanto, a noção de agricultura familiar parece ir além; o termo às vezes é também utilizado para capturar objetivos ecológicos, sociais,

¹³ “*Family Farming is a means of organizing agricultural, forestry, fisheries, pastoral and aquaculture production which is managed and operated by a family and predominantly reliant on family labour, both women’s and men’s. The family and the farm are linked, coevolve and combine economic, environmental, reproductive, social and cultural functions*”.

culturais e ambientais e, portanto, tem laços próximos com a cultura local e com a comunidade rural (GARNER; CAMPOS, 2014).

Definidos quem são os produtores familiares, parte-se à análise da importância de se estudá-los. Em seu trabalho estratégico para reduzir a pobreza rural, a Food and Agricultural Organization – FAO (2017) – da Organização das Nações Unidas – ONU coloca a necessidade de apoio aos agricultores familiares. A maior parte da pobreza no meio rural é encontrada em meio aos pequenos agricultores e aos agricultores familiares (FAO, 2017). Isso porque são de fato dependentes da produção agrária e dos recursos naturais para o provimento de seus meios de subsistência. Assim, é de extrema importância que se estude a produção agrária familiar uma vez que os agricultores familiares são agentes-chave para a redução da pobreza rural, conforme mostrado pela FAO (2017).

Brumer (2002) apresenta uma análise das principais transformações da previdência social rural no Brasil, que culminaram com a inclusão das mulheres trabalhadoras rurais como beneficiárias (direito à aposentadoria por idade e salário maternidade) na legislação aprovada pelo Congresso Nacional em 1988. Um exame do papel do Estado e da sociedade civil na evolução da legislação relativa à previdência social rural é realizado. Enfim, a implantação da previdência social rural no Brasil tem papel na diminuição da pobreza rural e da desigualdade na distribuição da renda, assim como uma importância material e simbólica na mudança de relações de gênero no meio rural (BRUMER, 2002).

A questão da redução da pobreza rural é esmiuçada aqui em três blocos de exemplos acerca da produção agrária familiar, a título de clarificação daquele papel chave por parte desse tipo de agricultores. Primeiramente, pode-se dizer que a produção agrária familiar é vital às economias locais. Isso porque, com base em dados da FAO (2017): i. mais de 90% das propriedades rurais são administradas por um indivíduo ou uma família e dependem principalmente do trabalho familiar; ii. as propriedades familiares ocupam cerca de 70% a 80% das terras agrícolas no mundo; iii. a produção agrária familiar é a responsável por cerca de 80% do provimento de alimentos no mundo; e iv. devido à variedade de alimentos que produzem, os agricultores familiares contribuem fortemente para a segurança alimentar. Em segundo lugar, pode-se dizer, ainda com base no levantamento da FAO (2017), que a agricultura familiar é importante porque: i. a agricultura familiar representa uma oportunidade para impulsionar as economias locais e regionais; ii. pode ser especialmente combinada com políticas específicas voltadas à

proteção social e ao bem-estar das comunidades; e iii. a maior parte do investimento em agricultura vem dos próprios agricultores. Por fim, a FAO (2017) ainda coloca que a agricultura familiar é fundamental à produção agrícola sustentável porque: i. a agricultura é responsável por 70% do uso de água doce em todo o mundo; ii. a agricultura atua também na conservação da biodiversidade; e iii. a agricultura produz valiosos serviços ecossistêmicos.

O que se almeja que fique claro aqui é que esta Tese não parte de pressupostos rasos e não embasados de que, dentre diversos outros aspectos, por exemplo, existiria uma superioridade dos produtores familiares, uma pureza camponesa do passado, ou até mesmo em termos morais ou de comportamentos virtuosos, quando comparados com os produtores de maior escala. Este trabalho reconhece, isto sim, que tal debate na literatura está longe de seu ponto cabal como bem colocado na crítica presente em Navarro (2010). O grupo dos produtores familiares, definitivamente, não é um grupo homogêneo. Todavia, esta Tese se aterá aos dados do Censo Agropecuário 2017 (BRASIL, 2019b), os quais reforçam uma ideia de maior responsabilidade social e econômica no grupo dos produtores rurais familiares quando comparados aos patronais. Isso também porque esses referidos dados mostram que, de uma forma geral, os produtores familiares respondem por proporções maiores da produção e do emprego rural – uma vez que esse grupo engloba a maior parte do total de estabelecimentos rurais – enquanto, por outro lado, respondem por apenas uma pequena parte da área total cultivada (BRASIL, 2019b), como poderá ser observado em seção específica desta Tese. Para finalizar esta subseção do texto (2.1) sobre a produção rural e a medição dos efeitos das políticas no meio rural brasileiro, apresentar-se-á a seguir uma breve discussão acerca de alguns textos que buscam formas de mensuração de impactos ou efeitos das políticas agrícolas, bem como o contexto da criação do Pronaf.

2.1.4. Os impactos das políticas agrícolas em estudos empíricos

Tratando-se do crédito rural, segundo a Secretaria de Política Econômica (SPE) do antigo Ministério da Fazenda – atualmente abarcado no denominado Ministério da Economia (ME) – do Brasil, essa modalidade de crédito pode ser definida como a “destinação de recursos para contratação de operações de crédito aos produtores rurais e agricultores familiares” (BRASIL, 2018d). Tais recursos podem ser utilizados para: i. custeio da safra, ii. investimentos nas propriedades, iii. apoio à comercialização de

produtos, iv. industrialização. Ou seja, o crédito rural é um financiamento destinado a produtores rurais e cooperativas ou associações de produtores rurais; e seus principais objetivos são estimular os investimentos e ajudar no custeio da produção e comercialização de produtos agropecuários (BRASIL, 2018d).

Ainda no que diz respeito a crédito rural, não é recente o estudo de suas nuances em países em desenvolvimento. Já na década de 1990, o mercado de crédito rural da Índia era estudado sob uma perspectiva teórica. Basu (1997) almejava saber o porquê de as agências de crédito institucionais estarem tão relutantes a estender os empréstimos também aos produtores rurais mais pobres. A análise indicou que os produtores rurais mais pobres, na melhor das hipóteses, poderiam oferecer somente um conjunto de ações futuras de sua colheita como garantia, mas tal garantia por si só estaria sujeita a altos riscos (BASU, 1997).

Mais recentemente, Lihn *et al.* (2019) realizaram uma revisão de literatura sobre o caso de outro país em desenvolvimento – o Vietnã – no que diz respeito ao acesso ao mercado de crédito rural. O caso do mercado emergente do Vietnã é interessante uma vez que este depende diretamente das atividades relacionadas à produção agrária para sua subsistência, ao mesmo tempo em que a questão do acesso ao crédito rural ainda continua sendo um problema confuso. O artigo foca nas características dos mercados de crédito rural, nos determinantes do acesso dos produtores a tais mercados, nos impactos socioeconômicos do acesso ao crédito no Vietnã e em uma breve comparação com alguns outros países em desenvolvimento. Os resultados revelam os determinantes significativos do acesso ao crédito no Vietnã: idade, tamanho da família, renda familiar, educação, gênero e tamanho da propriedade (LIHN *et al.*, 2019). Produtores instruídos implicam melhores habilidades agrárias, bem como informações sobre os mercados de crédito. Quanto mais dependentes uma família tem, maior probabilidade de ser pobre e, portanto, submetida a restrições formais de crédito, como em Basu (1997). A adesão em grupo parece aumentar a probabilidade de acesso domiciliar ao crédito agrário, especialmente no acesso ao programa de microcrédito (LIHN *et al.*, 2019).

Em se tratando de Brasil, Cardoso *et al.* (2014) estudaram os efeitos do subsídio ao crédito rural sobre o crescimento econômico e o bem-estar das regiões brasileiras. Os autores compararam o custo de oportunidade do subsídio com uma aplicação alternativa no setor de transportes. Para tanto, se valeram de modelo, banco de dados e programa de computador do Projeto de Análise de Equilíbrio Geral (PAEG) para simulações sobre a economia brasileira. Os resultados mostram que a política de equalização da taxa de juros

proporciona crescimento econômico nas regiões Centro-Oeste, Nordeste e Sul acima de seu custo. Nas regiões Norte e Sudeste, porém, há uma diminuição do PIB, com todas as regiões se beneficiando em termos de bem-estar social (CARDOSO *et al.*, 2014). Ou seja, ainda conforme os autores, a política estudada é eficiente e contribui na redução das disparidades regionais.

Por outro lado, Melo e Resende Filho (2017) apresentam a alta taxa de inadimplência no Sistema Nacional de Crédito Rural do Brasil e identificam, então, os determinantes do risco do crédito rural no Brasil. Para tanto, escrevem uma crítica às renegociações da dívida rural. Os resultados mostram que a taxa de referência, o setor externo e o ciclo de negócios não afetam a taxa de inadimplência; enquanto uma maior razão de preços pagos por preços recebidos pelo setor agrícola a aumentariam (MELO; RESENDE FILHO, 2017). Por fim, Melo e Resende Filho (2017) ainda afirmam que, por seus resultados, os processos políticos de negociação das dívidas rurais somente induziriam aumentos nas dívidas e um risco moral, além de seleção adversa.

Mais recentemente, ao estudarem os impactos do crédito rural na produção agrária brasileira e no meio ambiente, Assunção e Souza (2019) apresentam, porém, novas evidências a apontar que o crédito rural beneficia significativamente os produtores, além de melhorar o uso da terra. Os autores argumentam que o crédito rural aumenta a produtividade agrária sem comprometer as áreas florestais, além de permitir que os produtores rurais tomem melhores decisões sobre seus investimentos e, conseqüentemente, promovam mais produtividade e crescimento aos municípios. Além disso, tem um impacto positivo na proteção das terras naturais, mudando a produção para áreas previamente desmatadas. O conhecimento sobre as restrições dos produtores e as oportunidades atuais de melhorar o projeto e a eficiência da política de crédito rural do Brasil revela os potenciais ganhos que essa reforma política pode trazer. No entanto, essa reforma deve ser feita cuidadosamente para garantir que ela potencialize os ganhos de produtividade, ao mesmo tempo em que proteja os recursos naturais do país. (ASSUNÇÃO; SOUZA, 2019)

Silva e Arruda (2020), ao analisarem os impactos do crédito rural no mercado de trabalho da agropecuária dos estados brasileiros, focalizam o nível de emprego e os salários reais do referido setor. Os autores apontam, através de seus resultados, que os salários reais bem como o valor adicionado da agropecuária respondem positivamente a choques no crédito rural (SILVA; ARRUDA, 2020). Com relação ao nível de empregos, Silva e Arruda (2020) colocam que a resposta é inversa ao choque de crédito nas regiões

Norte e Nordeste – intensivas em trabalho – e se torna direta ao choque nos estados das demais regiões brasileiras.

Ainda sobre políticas no campo, na visão de Silveira *et al.* (2016), o Brasil tornou-se um bom exemplo de políticas públicas voltadas para o combate à pobreza rural e para o fomento ao desenvolvimento rural, em linha com a FAO (2017), via políticas públicas voltadas à promoção da agricultura familiar. Os autores apresentam o Brasil até mesmo como “exportador” de algumas dessas políticas bem-sucedidas, notadamente o Programa Bolsa Família e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Embora avaliem positivamente alguns programas, pontuam importantes gargalos: i. o programa de reforma agrária vem perdendo terreno, especialmente seu instrumento de desapropriação; ii. os recursos do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) estão altamente concentrados nas propriedades familiares capitalizadas da região Sul do Brasil; iii. o PAA apresenta uma alternativa interessante para o apoio aos agricultores de pequeno porte, mas não pode expandir sua escala ou gerar resultados estruturais mais transformadores; e iv. continuidade histórica da criminalização dos movimentos sociais rurais e da violência nas áreas rurais.

O ponto (ii.) acima, ao tratar de uma das principais formas de financiamento da agropecuária brasileira no período recente, assim como Belik (2015), apresenta importante crítica em termos do financiamento da agricultura familiar. Em seu estudo sobre o financiamento agrário brasileiro, além de avaliar o desempenho da agropecuária no que diz respeito ao crédito rural, Belik (2015), com relação à agricultura familiar, coloca que, muito embora o financiamento tenha avançado em tempos recentes, o avanço é relativo e não abarca a crescente multifuncionalidade desse tipo de produção agrária. O papel de destaque é do Pronaf e todo o seu problema de focalização, ou seja, as regras constituintes de tal programa proporcionam uma concentração regional dessa modalidade de crédito. Sem dúvidas, não é essa a intenção de um programa do porte do ora tratado.

2.1.5. O contexto da criação do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf)

Em meados da década de 1990, o Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) surge em meio a um contexto de elevado custo e escassez de crédito aos produtores, em particular aos familiares (GUANZIROLI, 2007). Estavam dadas,

então, as justificativas necessárias para a criação do Pronaf e, segundo Guanziroli (2007), o argumento central era o de que:

Os produtores familiares, descapitalizados e com baixa produtividade, não estariam em condições de tomar recursos a taxas de mercado para realizar os investimentos em modernização e elevação da produtividade. Pelo menos na etapa inicial do processo de acumulação, seus investimentos não seriam rentáveis nem viáveis se avaliados pela taxa de juros de mercado; seus rendimentos também não seriam compatíveis nem suficientes para reembolsar empréstimos tomados em condições comerciais.

O Pronaf – criado em julho (jul.) de 1995 por meio do Decreto nº 1.946 – consagra definitivamente a expressão “agricultura familiar”, uma vez que institucionalizou a noção de produção agrícola familiar e delimitou objetivamente o grupo de produtores sob sua definição (apesar de toda a discussão¹⁴ sobre a conceitualização anteriormente apresentada), conforme posto em Navarro (2010). A ausência de uma justificativa teoricamente razoável para que se caracterize os produtores rurais em familiares ou patronais já foi previamente colocada neste capítulo. Ademais, conforme também já mencionado ainda que brevemente, a Lei nº 11.326 de 2006, agrega requerimentos que atendiam, particularmente, a “imperativos políticos e demandas sindicais de enquadramento, os quais não se sustentam em nenhuma inteligibilidade teórica decorrente de um conceito de agricultura familiar” (NAVARRO, 2010, p. 202).

Em cerca de dez anos de execução, ainda segundo o estudo de Guanziroli (2007), o programa: i. se estendeu de forma considerável por todo o território nacional; ii. ampliou o montante financiado; iii. desenvolveu programas especiais para atender diversas categorias; iv. assumiu a assistência técnica; e v. reforçou a infraestrutura tanto dos próprios produtores como dos municípios nos quais se fez presente.

Com um maior universo de tempo em análise, Vitorino e Carrara (2018) colocam que o Pronaf, ao longo de seus pouco mais de 20 anos de existência, se firmou como um importante programa de política agrícola. Para fazer tal afirmação, os autores argumentam

¹⁴ A necessidade de uma maior clareza quanto à definição do conceito de “agricultura familiar”, por conta da diversidade do meio rural brasileiro, é bem apresentada em Navarro (2010, p. 196): “A posterior tipificação do Pronaf em seis grupos indica esta necessidade, ao tentar ajustar aquela política de financiamento à diversidade existente. Este é um passo importante, porém mínimo em relação à heterogênea face do mundo agrário brasileiro. O que se argumenta é a necessidade de conhecimento muito mais aprofundado, que permita a implementação de uma série de políticas apropriadas à diversidade existente, e não apenas uma política de financiamento”.

que tanto o montante de recursos disponibilizados, quanto o número de pessoas atendidas, fazem jus a tamanha importância. O Pronaf tem considerável participação na variação do produto da economia brasileira, mas não nos empregos formais do meio rural, nem na inflação dos alimentos (VITORINO; CARRARA, 2018). Assim, o leitor poderá notar em seção específica quanto aos resultados desta Tese – quanto aos impactos do crédito rural via Pronaf no ambiente macroeconômico brasileiro –, que o foco será posto sobre os impactos desta forma de crédito nas variações do PIB brasileiro.

Está clara a importância e necessidade de se estudar mais a fundo o crédito rural brasileiro de forma geral e o Pronaf em particular. Como um último argumento proeminente na literatura e necessário aqui, Garcias e Kassouf (2016) avaliam os impactos do acesso ao crédito rural na produtividade da terra e do trabalho para os produtores familiares brasileiros. Os autores compararam a produtividade dos produtores familiares que receberam o crédito com a daqueles produtores familiares impossibilitados de receber tal modalidade de crédito rural familiar. O crescimento na produtividade foi dito como devido ao uso do Pronaf concomitantemente a certo nível de integração do produtor familiar com o mercado comercial e, portanto, não há uma modalidade de política de crédito que sirva idealmente à realidade de todos os produtores familiares brasileiros (GARCIAS; KASSOUF, 2016).

Assim, diferentes regiões podem se beneficiar do crédito rural das formas mais variadas. Até porque diferenciais de produtividade, dado um processo de ajuste na economia, produzem migrações de emprego e investimentos, por exemplo. Assunção *et al.* (2016) apresentam um exemplo de efeito benéfico não intencional de uma queda no crédito rural amazônico: a queda no crédito rural reduziu o desmatamento, principalmente nos municípios onde a pecuária é a principal atividade econômica. A partir de uma intensificação nas exigências legais e ambientais, no final na década de 2000, a concessão de crédito rural na Amazônia brasileira ficou dificultada. Tal mudança de política levou a uma redução no crédito rural, principalmente na pecuária e em empréstimos médios e grandes (ASSUNÇÃO *et al.*, 2016).

Atualmente, os impactos do acesso ao crédito rural são também amplamente estudados fora do Brasil, quer em seus aspectos positivos quer nos negativos, como no caso do desmatamento anteriormente tratado. Lihn *et al.* (2019), por exemplo, estudam os impactos do acesso ao crédito na produção, na renda familiar e na redução da pobreza no Vietnã. Embora também tratem da relação positiva entre o acesso ao crédito, o volume de produção, a eficiência produtiva e a renda familiar total, como na maioria dos

trabalhos; Lihn *et al.* (2019) colocam uma perspectiva interessante a esta Tese: o crédito tem impactos positivos significativos apenas na renda não-rural. Isso porque, em consonância com alguns trabalhos já citados aqui, os produtores mais pobres, com sua renda principal proveniente da atividade agrária, são excluídos dos mercados formais de crédito. A razão para tal é o fato de as atividades rurais mais vulneráveis serem consideradas ineficientes para as políticas agrárias e, como alguns estudos têm demonstrado, o acesso ao crédito – especialmente o acesso formal ao crédito – não se mostra eficiente na redução da pobreza (LIHN *et al.*, 2019).

Em termos de Brasil e suas especificidades, pode-se dizer que a análise das políticas agrárias nacionais, bem como das de outros países em desenvolvimento, deve considerar as especificidades. Isso porque, conforme bem colocado por Jensen, Robinson e Tarp (2010), as características específicas de cada país – incluindo ações comerciais relativas e vínculos intersetoriais – são cruciais na determinação do sinal e da magnitude dos impactos das políticas agrárias.

Enfim, nesta seção do texto, foram analisadas a evolução estrutural da agropecuária e da extração vegetal brasileiras, suas características de acordo com os tipos de produtores (familiares e patronais), bem como suas inserções tecnológicas. Em seguida, apresentadas referências que medem impactos ou efeitos de políticas públicas naqueles setores.

2.2. Mudanças climáticas, setores rurais e soluções sustentáveis à perda de produtividade

Nesta subseção desta Tese, o objetivo é o de se rever, ainda que de forma breve, parte da literatura em mudanças climáticas, técnicas sustentáveis e produtividade rural. Assim, o texto que se segue é constituído da seguinte ordem de apresentação: i. o papel da produção agrária nas mudanças climáticas; ii. os impactos potenciais sobre a produção agrária, notadamente sobre a perda de produtividade; e iii. as discussões acerca de práticas sustentáveis e aumentos de produtividade.

Esta parte de revisão da literatura proposta se volta para o tema mais relacionado à parte final das simulações aqui realizadas, quais sejam os impactos de aumentos de produtividade nos setores agrários, decorrentes, por exemplo, da adoção de práticas ou tecnologias sustentáveis (em termos de técnicas produtivas), em resposta às possíveis perdas na agropecuária e extração vegetal advindas das mudanças climáticas globais. À

semelhança do colocado por Nobre (2010), não somente o Brasil, mas sim toda a humanidade se encontra diante de duas grandes e antagônicas opções: continuar com o modelo de desenvolvimento dos dois últimos séculos ou escolher o caminho de maior sustentabilidade da vida na Terra. Tomar essa decisão se mostra urgente em se tratando da agropecuária e da extração vegetal brasileiras, apesar de não ser possível se fazer previsões a respeito da evolução de sistemas socioecológicos¹⁵ complexos. Fazer aquela primeira opção, se utilizando indiscriminadamente de energia fóssil barata, implica inevitavelmente a intensificação das externalidades ambientais crescentes; tais como o aquecimento global. O caminho alternativo, porém, requer uma significativa “descarbonização” dos sistemas de produção e consumo por todo o mundo, além de um crescente uso de recursos naturais renováveis, no que concerne à redução dos efeitos adversos do aquecimento global (NOBRE, 2010). Os desafios e as oportunidades ao Brasil, no seguimento por essa via, estão dados.

O referencial aqui utilizado é a base teórica da Economia Ambiental e da Economia Ecológica. Tendo o foco nessas teorias, almeja-se expor pontualmente as contribuições desses arcabouços ao presente trabalho no que tange aos impactos da adoção e disseminação de técnicas e comportamentos. Além de toda a discussão na temática tanto da Economia Ambiental quanto da Economia Ecológica, existe ainda as questões relacionadas à Economia da Complexidade e à Resiliência Regional¹⁶, as quais podem ser vistas como arcabouços complementares aqui. Para além daquilo que este trabalho propõe, técnicas de modelagem podem ser combinadas em um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) capaz de conferir dimensão quantitativa às bases teóricas da Economia Ambiental e da Economia Ecológica. A justificativa para a utilização de tal aporte teórico, aqui, é o fato de ele permitir a geração de conclusões generalizáveis sobre os impactos de políticas, programas e projetos que visem aumentos de produtividade em um sistema socioecológico, de modo a gerar informações necessárias para sustentar sua resiliência ao longo do tempo.

¹⁵ Berkes, Folke e Colding (2000) apresentam a dificuldade, por parte das ciências sociais, bem como da ecologia convencional, de aceitação das visões de que os sistemas sociais e ecológicos são de fato intimamente relacionados, além de que o delineamento entre tais sistemas é artificial e arbitrário. Assim, quando se deseja tratar de sistemas que comportem pessoas e meio ambiente, enfatizando o conceito integrado de seres humanos na natureza, a exemplo do posto em Campos, Cunha e Bueno (2018), utiliza-se o termo “sistemas socioecológicos”.

¹⁶ Para mais aprofundamentos, ver Ostrom (2005; 2000; 1990), Olson (1971), Sterman (2000), North e Macal (2007) e Bueno (2012).

2.2.1. As mudanças climáticas e a produção rural

Para princípio de análise aqui, faz-se necessário que se debruce sobre a questão relativa ao papel da produção agrária, de uma forma geral, sobre as mudanças climáticas globais. A Agência Europeia do Ambiente – AEA (2015) relembra que há todo um processo de produção, armazenamento, transformação, preparação, transporte e serviços sobre os alimentos antes que possam ser colocados sobre a mesa do consumidor final. O ponto de interesse aqui, porém, é aquele no qual colocam que todas e cada uma dessas etapas emitem Gases causadores de Efeito Estufa (GEEs) em direção à atmosfera (AEA, 2015). De forma notória, a agropecuária emite metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) – dois dos mais potentes GEEs – em quantidades significativas, ainda segundo a AEA (2015). “O metano é produzido pelo gado durante a digestão, devido à fermentação entérica, e libertado por eructação, também podendo libertar-se do estrume armazenado e dos resíduos orgânicos depositados em aterros” (AEA, 2015). Com relação às emissões de N_2O , a AEA (2015) frisa que tal parcela de emissão no campo é, principalmente, um “produto indireto da utilização de adubos azotados orgânicos e minerais”.

A Europa, contudo, vem fazendo um caminho descendente em termos emissivos nas últimas décadas, embora sua pegada ecológica de consumo ainda continue ascendente. Por exemplo, quando a AEA (2015) analisou somente o ano de 2012, observou-se que a produção rural europeia respondeu por cerca de 10% das emissões totais de GEEs da União Europeia (UE). “A diminuição significativa do número de animais, a aplicação mais eficiente dos adubos e a melhor gestão do estrume reduziram em 24% as emissões do setor agrícola da UE entre 1990 e 2012” (AEA, 2015). A produção agropecuária, no restante do mundo, todavia, parece seguir um caminho até mesmo oposto em certa medida, como bem colocado pela AEA (2015):

Entre 2001 e 2011, as emissões globais da produção agrícola e pecuária aumentaram 14%. Este aumento verificou-se principalmente nos países em desenvolvimento, devido ao crescimento da produção agrícola total, suscitado pela maior procura mundial de alimentos, e à alteração dos padrões de consumo alimentar resultantes do aumento dos rendimentos em alguns desses países. As emissões provenientes da fermentação entérica aumentaram 11% neste período e foram responsáveis por 39% da produção total de gases com efeito de estufa do setor, em 2011.

Assim, ainda que de forma breve e superficial, fica claramente caracterizada a principal via de influência da produção rural sobre as mudanças climáticas. Todavia, há que se dissertar aqui também dos impactos potenciais das mudanças no clima sobre a produção agrária no mundo. Em termos desta Tese, o foco fica sobre os impactos potenciais das mudanças climáticas sobre a produção agrária brasileira, notadamente sobre a perda de produtividade no campo. Tanure *et al.* (2020, p. 2, tradução do autor desta Tese)¹⁷, por exemplo, ao estudarem os impactos das mudanças no clima, valendo-se principalmente das projeções do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (em inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*), sobre a produção agropecuária e sobre o uso da terra, colocam que:

Estudos divulgados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) indicam que, no Brasil, haverá um aumento médio na temperatura de 1,43°C e uma redução média nas chuvas de 1,44% entre os anos de 2030 e 2049. Esses dados foram utilizados por Assunção e Chein (2016) para projetar a perda de produtividade agrícola no país, indicando uma redução média na produtividade nacional de 18%, mas com ampla variação regional (-40% a +15%).

Estrada, Botzen e Calderon-Bustamante (2020) vão além e afirmam que um dos principais canais pelos quais as mudanças climáticas devem afetar a economia como um todo é mesmo aquele através dos impactos nos setores rurais. Os autores constroem uma ferramenta – um Modelo de Avaliação Integrada (em inglês, *Integrated Assessment Model – IAM*) – para a rápida avaliação global dos riscos à produtividade nas culturas agrícolas, em escala espacialmente explícita – o modelo de Avaliação dos Impactos e Riscos das Mudanças Climáticas na Agricultura (em inglês, *The Assessment of Impacts and Risks of Climate Change on Agriculture – AIRCCA – model*) –, uma vez que reconhecem que a grande variabilidade espacial nesses impactos e os altos níveis de incerteza nas projeções de mudanças climáticas criam desafios metodológicos à avaliação das consequências que o setor agrícola pode enfrentar. Estrada, Botzen e Calderon-Bustamante (2020) simulam a produção de algumas culturas (arroz, trigo e milho) – importantes no contexto brasileiro (apesar de que a simulação dos mesmos não ser

¹⁷ “Studies reported by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) indicate that, in Brazil, there will be an average temperature increase of 1.43°C and an average rainfall reduction of 1.44% during the years 2030 and 2049. Such data were used by Assunção and Chein (2016) to project the loss of agricultural productivity in the country, indicating an average reduction of productivity by 18% nationally, but with a wide regional variation (-40% to +15%)”.

propriamente dita sobre o caso brasileiro em específico) – baseados em modelos econométricos de efeitos fixos, de forma a reproduzir, o mais fielmente possível, os modelos biofísicos da realidade. Porém, tal modelagem leva em conta efeitos de Equilíbrio Parcial e, portanto, os resultados podem ser subestimados, diferentemente do que ocorre no modelo desenvolvido nesta Tese. O modelo de *AIRCCA* produz ainda cenários de impactos probabilísticos espacialmente explícitos e métricas de risco definidas pelo usuário para os quatro principais cenários de emissões de GEEs do *IPCC*, o que dá certa base à conclusão dos autores de que os impactos econômicos das mudanças climáticas virão principalmente através dos setores agrícolas (ESTRADA; BOTZEN; CALDERON-BUSTAMANTE, 2020).

Tanure (2020) analisa os impactos futuros das mudanças climáticas sobre a produtividade agrícola dos cultivos vinculados à agricultura familiar e patronal no Brasil, e seus potenciais efeitos econômicos. O autor enuncia a hipótese de que as mudanças climáticas afetarão a produtividade agrícola ao longo do corrente século e, a partir desse novo cenário, aquelas culturas mais ligadas à agricultura familiar estarão ainda mais vulneráveis a tais impactos, tanto pela menor capacidade financeira, técnica e informacional, quanto pelo menor foco de políticas de planejamento e pesquisas de adaptação climática, as quais tendem a se concentrar sobre as culturas vinculadas ao agronegócio (TANURE, 2020). Além disso, devido à heterogeneidade da produção rural brasileira e dos efeitos das mudanças climáticas sobre o território, Tanure (2020) ainda versa sobre a necessidade de verificação acerca de tais impactos de forma a os diferenciar por cultura e por tipo de produtor. O autor estimou os impactos das alterações climáticas sobre a produtividade no campo tanto para os produtores familiares quanto para os patronais, utilizando-se dos cenários de projeção de aquecimento global do *IPCC* (*RCP 4.5* e *RCP 8.5*¹⁸), produzidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para os períodos de 2021 a 2050 e de 2051 a 2080.

O modelo de EGC desenvolvido por Tanure (2020) – denominado Agriculture Regional Model (AGROBR) –, para projetar impactos econômicos, valeu-se das

¹⁸ Uma Trajetória de Concentração Representativa (em inglês, *Representative Concentration Pathway – RCP*) é uma trajetória de concentração (e não de emissões) de GEEs adotada pelo *IPCC*. Quatro possíveis vias foram utilizadas nas pesquisas e para a modelagem climática no Quinto Relatório de Avaliação (em inglês, *Fifth Assessment Report – AR5*) do *IPCC* (2014). Tais trajetórias descrevem diferentes futuros climáticos, todos considerados possíveis dependendo do volume de GEEs emitidos nos próximos anos. As *RCPs* – originalmente *RCP 2.6*, *RCP 4.5*, *RCP 6* e *RCP 8.5* – são rotuladas de acordo com possíveis faixas de valores de forçantes radiativas no ano 2100 (2,6; 4,5; 6 e 8,5 W/m², respectivamente), de acordo com o *IPCC* (2014).

variações de produtividade rural como insumo. Tal modelo apresenta configuração regional composta pelas 27 Unidades da Federação (UFs) e por 42 setores agrários, desagregados em familiar e patronal. Os resultados obtidos por Tanure (2020) indicam que a produtividade dos agricultores familiares é mais sensível às mudanças climáticas. Cultivos tais como mandioca, milho e feijão, típicos da agricultura familiar, seriam impactados com perdas de produtividade, enquanto cultivos patronais, tais como cana-de-açúcar e soja seriam impactados com ganhos de produtividade em suas principais regiões produtoras (TANURE, 2020). Por fim, Tanure (2020) conclui que o fenômeno das mudanças climáticas poderia contribuir para o aumento das disparidades intrarregionais e para a deterioração das condições de segurança alimentar no Brasil, posto que afetaria de maneira negativa as regiões menos desenvolvidas e os cultivos mais relevantes para os agricultores familiares.

Cuadra *et al.* (2018) dividem os riscos climáticos com potencial de causar perdas significativas ou totais à produção agropecuária em dois grupos: os relacionados a eventos extremos e os a eventos cumulativos. Alguns exemplos de eventos climáticos extremos são as baixas e altas temperaturas, as precipitações intensas e os ventos fortes. Por sua vez, eventos climáticos cumulativos são como as secas prolongadas ou as temperaturas limitantes do crescimento por longos períodos, por exemplo (CUADRA *et al.*, 2018). As mudanças nas condições médias do clima afetam a produtividade agrária e requerem políticas de adaptação (STEVANOVIC *et al.*, 2016), enquanto uma maior frequência de ocorrência dos eventos climáticos extremos tem implicado grande parte das perdas de safras agrícolas e aumentado os riscos à segurança alimentar (ALEXANDER *et al.*, 2006). Cuadra *et al.* (2018) apresentam as secas ocorridas na região Sudeste do Brasil entre 2013 e 2015 e na região central em 2016 como exemplos. A primeira gerou um aumento no preço do milho e desabastecimento em algumas regiões; enquanto a segunda causou importantes danos às florestas de eucalipto e consequentes perdas aos produtores madeireiros do Sudeste.

Braun (2020) vai um pouco além e versa sobre os riscos das mudanças climáticas não somente para agricultura, mas também para a saúde e a nutrição/segurança alimentar, em recente publicação sobre a saúde humana, a saúde do planeta e a responsabilidade dos seres humanos em termos das mudanças climáticas, da poluição do ar e da saúde de uma forma geral. O raciocínio, aqui, é o seguinte: as mudanças climáticas afetam a produção, a qualidade, a disponibilidade e o acesso aos alimentos, afetando, assim, a segurança alimentar, a qualidade da dieta e, portanto, a nutrição e a saúde das pessoas de uma forma

geral (BRAUN, 2020). Outro ponto importante de se colocar aqui é a questão regional de que os impactos das mudanças climáticas agravarão ainda mais a escassez de alimentos especialmente em regiões nas quais já há prevalência da insegurança alimentar, conforme exposto por Braun (2020). O autor apresenta uma estrutura conceitual para a análise de cadeias alimentícias, bem como as ligações dentro do sistema e as mudanças esperadas entre eles (algumas em escala global e outras em micro escala). Além disso, Braun (2020) propõe políticas públicas e mostra que as mudanças climáticas afetarão ainda mais a segurança alimentar por meio de vias indiretas complexas como, por exemplo: i. choques de renda quando ocorrem secas, inundações ou outros eventos climáticos extremos; ii. perda de postos de trabalho; iii. efeitos sobre a saúde resultantes da poluição do ar ou das mudanças nos sistemas hídricos etc.

2.2.2. Práticas sustentáveis

Fica claro, então, que os impactos do uso de tecnologias de mitigação e adaptação ou das propostas de uso desse tipo de soluções na agropecuária brasileira precisa ser tomada sob uma dupla perspectiva, que considere tanto os impactos da agropecuária nas mudanças climáticas, bem como os das mudanças climáticas sobre a agropecuária. Monteiro, Angelotti e Santos (2017) trazem o exemplo do solo com seus múltiplos serviços ecossistêmicos. O solo é o principal reservatório de carbono do ecossistema terrestre e seu uso e manejo pode ser analisado tanto como emissor, quanto como por sua contribuição na redução de emissões de GEEs; isso em se tratando de mitigação. Em termos de adaptação, por outro lado, o manejo adequado do solo pode diminuir a vulnerabilidade dos sistemas rurais às mudanças climáticas (MONTEIRO; ANGELOTTI; SANTOS, 2017).

Outro exemplo pode ser encontrado na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), ao tratar dos serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica (PARRON *et al.*, 2015), região na qual o Projeto Rural Sustentável (PRS) já se encontra presente, conforme melhor explicado ainda nesta subseção desta Tese. Parron *et al.* (2015) tratam propriamente a questão do valor dos Serviços Ambientais (SAs)¹⁹, ao explicitar que tal valor, de forma geral, possui dois

¹⁹ Conforme bem colocado em Parron *et al.* (2015, p. 20): “O pagamento por serviços ambientais (SAs) prestados por agentes econômicos é um instrumento de política ambiental que vem sendo considerado como

componentes distintos: i. o custo de oportunidade ou o valor que se perde com a preservação; e ii. o custo de recuperação e/ou proteção. Entretanto, Parron *et al.* (2015) mostram que existem situações em vasto número nas quais os gastos iniciais com a recuperação de um dado ecossistema são mais do que compensados pela produção de Serviços Ecossistêmicos (SEs), o que beneficia diretamente o agente econômico que realizou os SAs de recuperação e proteção (situação conhecida como “ganha-ganha”). Porém, nem sempre ocorre uma situação como essa na medida em que “o valor dos SEs resultantes da recuperação e/ou preservação de um dado ecossistema pode não beneficiar diretamente quem realiza os SAs, mas a sociedade em geral ou as gerações futuras” (PARRON *et al.*, 2015, p. 20).

Fica claro, assim, que a implementação de um programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) exige uma avaliação, o mais completa possível, dos SEs que serão mantidos ou recuperados com esta ação. Afinal, uma avaliação apenas superficial subestimaria o verdadeiro valor econômico de determinado serviço desse tipo, como bem exemplificado em Parron *et al.* (2015, p.20):

Um caso já clássico de avaliação ecossistêmica superficial, que teve por efeito a subestimação dos valores econômicos, foi aquele relativo ao valor dos serviços ecossistêmicos de um solo bem conservado. Durante muito tempo o solo foi considerado como um simples depósito de nutrientes e base de fixação dos vegetais. Como resultado, o valor monetário dos serviços ecossistêmicos do solo foi calculado apenas com base no valor dos nutrientes e carbono nele estocados. Uma avaliação ecossistêmica mais próxima da realidade teria mostrado que o solo abriga um complexo ecossistema, riquíssimo em micro-organismos e invertebrados, que produz uma variedade de serviços ecossistêmicos, além dos nutrientes nele estocados: a) absorção e retenção de água na camada superficial, serviço ecossistêmico de grande valor que contribui para reduzir o risco de *stress* hídrico; b) resistência à erosão; c) melhor enraizamento das plantas; d) mobilização de nutrientes; e e) defesa vegetal, pela produção de metabólitos fitossanitários.

Assim, vale tratar, agora, então, das discussões acerca de práticas sustentáveis, tais como a conservação do solo, e os aumentos de produtividade. O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), em relatório técnico conjunto com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) do Brasil (2012), versa sobre as iniciativas de

o mais eficaz em muitas situações de recuperação ou preservação de ecossistemas e seus serviços ecossistêmicos (SEs)”.

“Economia Verde”²⁰ no Brasil. O referido trabalho, desenvolvido no âmbito da cooperação técnica entre o BID e o MMA (2012), apresenta uma lista de amostras dos princípios de economia verde já implantadas por diversos estados e municípios. O objetivo foi o de demonstrar que, apesar de o referido conceito ser ainda novo, há experiências práticas no contexto brasileiro. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2011 *apud* BID; MMA, 2012, p. 8) define a economia verde como aquela que resulta no “aprimoramento do bem-estar humano e social, ao mesmo tempo em que reduz, significativamente, os riscos ambientais e a escassez de recursos ecológicos”. De forma bem simples, uma iniciativa de economia verde pode ser vista como uma prática de economia de baixa emissão de gás carbônico (baixo carbono), com uma utilização eficiente dos recursos naturais e com inclusão social. Nos termos do BID e do MMA (2012, p. 8), “o crescimento da renda e do emprego deve ser impulsionado por investimentos públicos e privados que reduzam a emissão de carbono, enquanto otimizam a matriz energética e evitam a perda da biodiversidade, inclusive pelo incentivo à conservação dos serviços ambientais”.

Embora haja muitas críticas quanto ao conceito “Economia Verde”, segundo o BID e o MMA (2012), as ações podem ser direcionadas como catalisadoras para o crescimento, visando a erradicação da pobreza e diminuição das desigualdades. Como pode ser apreendido do BID e do MMA (2012, p. 8):

O Brasil, em documento à ONU [Organização das Nações Unidas], de 1º/11/2011, defende uma “economia verde inclusiva”, configurando-se como um instrumento por meio do qual a comunidade internacional procura promover o desenvolvimento econômico, calcado na inclusão social e no uso racional dos ativos ambientais, isto é, um instrumento do desenvolvimento sustentável. Para o Brasil, a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza significa: catalisar a ligação das intenções e objetivos gerais expressos no conceito de desenvolvimento sustentável com a realidade da operação da economia. Ou seja, a economia verde como um meio para alcançar o desenvolvimento sustentável, o qual deve permanecer como o objetivo principal.

Tilman *et al.* (2002) vão além e colocam que a sustentabilidade, termo bastante amplo e complexo, não só implica em aumentos de rendimento, como também na

²⁰ Economia Verde, nos termos do BID e do MMA (2012, p. 4), pode ser entendida como “um caminho de conciliação entre aumento da atividade econômica (ou seja, mais emprego e mais renda) com a conservação ambiental e a erradicação da pobreza”.

manutenção de tais rendimentos. Os autores bem identificam que o aumento na demanda global por alimentos projetada para as próximas décadas apresenta desafios à sustentabilidade da produção alimentícia e dos ecossistemas terrestres e aquáticos, bem como dos serviços que eles propiciam à sociedade. Além disso, os autores identificam os agricultores como os principais gerentes das terras agricultáveis ao redor do mundo e, assim, serão os responsáveis por moldar, talvez de forma irreversível, a superfície da Terra nos próximos anos (TILMAN *et al.*, 2002). Enfim, para atender às demandas por melhoria tanto em termos de produtividade quanto em termos de não se comprometer a integridade do meio ambiente ou da saúde pública, novos incentivos e políticas garantidoras da sustentabilidade da produção rural e dos serviços ecossistêmicos serão cruciais (TILMAN *et al.*, 2002).

Se, por um lado, a atividade da produção agropecuária é emissora de GEEs, por outro, várias são as iniciativas que têm sido implementadas com o intuito de promover a produtividade no campo e reduzir seus impactos ambientais. A capacidade da agropecuária em evitar emissões de GEEs, diminuir os impactos das mudanças climáticas e se adaptar às novas condições de produção é que determina a mitigação do impacto deste setor sobre o meio ambiente e as mudanças do clima (MADARI, 2018). Um aumento na resiliência e uma diminuição na vulnerabilidade da agropecuária exigem a complementaridade e interdependência na diminuição dos impactos ambientais com a adaptação às novas condições. Sendo assim, Madari (2018) afirma que a segurança alimentar estaria assegurada; mesmo sabendo-se que esta não mais depende somente da quantidade produzida, mas também da forma pela qual se produz, do acesso aos alimentos e da disponibilidade deles.

Amaral *et al.* (2012), por exemplo, tratam do tema recorrente nas discussões acerca do agronegócio brasileiro, qual seja, a sustentabilidade da pecuária bovina. Os autores, filiados ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio exterior (MDIC), colocam que se faz necessária uma análise mais criteriosa da relação de causalidade entre pecuária e desmatamento, uma vez que este é o maior componente das emissões de GEEs atribuídas à pecuária bovina no Brasil e no mundo. Utilizando-se de dados dos Censos Agropecuários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Amaral *et al.* (2012) identificaram um crescimento de 46% na produção de carne, com um aumento de 50% na produtividade e uma redução de 3% nas áreas de pastagem de 1995 para 2006,

sugerindo uma maior produção com menor efeito sobre a expansão da fronteira agrícola e desmatamento no período de análise (AMARAL *et al.*, 2012).

Ameer e Othman (2011) vão além dos produtores rurais e, baseados nas principais corporações globais acerca de práticas sustentáveis e desempenho financeiro, mostram que a adoção de práticas sustentáveis superiores traz ganhos em termos de desempenho financeiro. Os autores encontraram o resultado de que as empresas que apresentam práticas sustentáveis têm um melhor desempenho financeiro quando em comparação àquelas que não apresentam tais práticas. O melhor desempenho financeiro das empresas sustentáveis ainda foi sustentado ao longo da amostra. As evidências causais relatadas no referido estudo sugerem que mais práticas sustentáveis implicam em maiores rendimentos; o oposto também se mostrou verdadeiro (AMEER; OTHMAN, 2011).

Isso tudo sem se levar em conta propriamente dita as reduções das emissões. A AEA (2015), ao tratar das emissões de GEEs ligadas à produção alimentar na União Europeia, pontua possibilidades factíveis de redução das emissões por quantidade de alimento produzido. Práticas como melhor integração nos métodos de produção com técnicas inovadoras de captura de metano (CH₄) do estrume, ou uma utilização mais eficiente dos adubos, e até mesmo uma maior eficiência na produção de carne e laticínios (ou seja, a redução das emissões por alimento produzido), podem contribuir para a realização deste objetivo.

Além desses ganhos de eficiência e produtividade, uma alteração nos padrões de consumo poderia ajudar a diminuir as emissões de GEEs relacionadas à alimentação. Isso porque, de um modo geral, a carne e os laticínios são os produtos alimentares com maior “pegada” global de carbono. Somente a produção pecuária, por exemplo, gera mais de 3 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) equivalente (AEA, 2015). Assim, a AEA (2015) ainda sugere a redução do desperdício de alimentos e do consumo de produtos mais emissivos como importantes ferramentas na redução das emissões de GEEs nos setores rurais.

Dois outros pontos, mencionados no capítulo introdutório desta Tese como pontos chave, são os motivos pelos quais se optou por uma diferenciação entre os biomas na mensuração de impactos sobre a produção agrária e a importância da diferenciação entre tipos de produtor. Com relação à diferenciação por tipo de produtor, segundo Marques (2001, p. 50), existe um novo paradigma na produção agrícola e pecuária, a qual tem levado em conta o meio ambiente:

Uma agricultura mais sustentável, com todas as suas incertezas e complexidades, não pode ser conjecturada sem uma grande soma de atores sendo envolvidos em um contínuo processo de aprendizado. Tal processo envolve um retorno dos produtores e a vontade de aprender sempre por parte também dos pesquisadores, não tendo necessariamente de haver um padrão. (...) Uma questão que fica clara é que os agricultores familiares teriam vantagens comparativas no seu [tecnologias mais sustentáveis] uso. Por enquanto, o destino dos seus produtos são nichos de mercado, que podem se alargar à medida que a população demande produtos mais saudáveis, não só do ponto de vista ambiental, como também da saúde humana.

Apesar de ser polêmica a afirmação sobre qual tipo de produtor teria – ou não – vantagens quanto à adoção de tecnologias mais sustentáveis, fica clara a importância da diferenciação por tipo de produtor rural não apenas na análise de impactos, mas também na determinação das estratégias de políticas públicas. Segundo Sambuichi *et al.* (2012), a adoção de múltiplas estratégias se faz necessária em decorrência do desafio de desenvolver a produção rural brasileira com sustentabilidade. Tais estratégias passam pela geração e difusão de tecnologias ambientalmente adequadas, além da estruturação de sistemas de informações agroambientais integrados e da aplicação de instrumentos econômicos que possam minimizar as externalidades negativas do setor (SAMBUICHI *et al.*, 2012). Os autores ainda mostram como somente recentemente os gestores políticos no Brasil, após muitas décadas de políticas agrárias que ignoravam os potenciais impactos negativos do modelo de desenvolvimento adotado, começaram a considerar questões relativas à sustentabilidade do setor.

Tal sustentabilidade exige ampla consideração da dimensão ecológica do sistema setorial. Parron *et al.* (2015), ao tratarem dos serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica, colocam que uma avaliação ecossistêmica ideal, qual seja, a mais completa possível; mostra necessariamente de forma primordial a importância da dimensão ecológica do ecossistema que se quer preservar ou recuperar. Ou seja, a avaliação ideal considera a importância de determinado ecossistema para a sobrevivência humana e para a sobrevivência do maior número possível de espécies animais e vegetais (PARRON *et al.*, 2015). Este esforço de avaliação ecossistêmica é condição necessária ainda para a determinação de sua dimensão econômica de métrica monetária também segundo Parron *et al.* (2015). Enfim, muitos serviços ecossistêmicos poderiam ser subestimados, no caso de ausência de uma boa avaliação ecossistêmica,

resultando numa subestimação significativa também do valor econômico do ecossistema sob avaliação (PARRON *et al.*, 2015).

O problema de pesquisa tratado na segunda modelagem desta Tese é o do entendimento dos impactos do aumento da produtividade decorrente da inovação técnica na agropecuária e na extração vegetal brasileiras. Apesar disso, tal questão de pesquisa está intimamente relacionada à sustentabilidade daquele tipo de sistema socioecológico regional complexo. Isso porque a inovação é desejável em uma perspectiva de geração da perenidade dos recursos naturais e, consequentemente, dos sistemas que se utilizam deles. A ideia aqui é a de que a mudança climática afeta todo o meio ambiente das regiões de análise. Assim, alternativas tecnológicas mais sustentáveis e produtivas são apresentadas com o intuito de se fomentar adaptação e mitigação com relação aos possíveis efeitos perversos daquela mudança no clima. O problema, porém, é que os gestores públicos, os quais muitas vezes são os únicos responsáveis por iniciativas desse tipo no Brasil, têm encontrado resistência por parte dos produtores rurais quanto à adoção de tais alternativas e assistem os sistemas agropecuários caminharem, a passos largos, para a perda de sustentabilidade e produtividade.

Existe vasta literatura sobre a sustentabilidade de sistemas socioecológicos complexos, grande parte dela influenciada, direta ou indiretamente, pelos trabalhos seminais de Ostrom (2000; 1990). Nesses trabalhos, a autora derivou o que denominou de princípios de desenho institucional compatíveis com a sustentabilidade. Tais princípios, em resumo, permitiriam aos usuários internalizar as externalidades envolvidas no uso de recursos naturais. Por exemplo, sistemas nos quais os usuários são capazes de estabelecer quem está autorizado a usar os recursos e também de se defenderem contra agentes “carona” (em inglês, *free-riders*), que não contribuem para a provisão desses recursos, serão, em princípio, mais estáveis e duradouros do que regimes de livre acesso. Em trabalho posterior, Ostrom (2005) desenvolveu esse raciocínio para entender as condições que favorecem a emergência desses princípios.

Tudo isso é suporte a esta pesquisa na medida em que ela abordará sistemas socioecológicos complexos atingidos por um choque. Os sistemas agropecuários aqui estudados já vêm sofrendo as consequências das mudanças climáticas. Segundo o IPCC, em seu quinto relatório de avaliação (2014), estudos vêm apontando a maior frequência de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, secas, inundações, ciclones e incêndios florestais como a principal dessas consequências. Tais efeitos indesejáveis são sinais da necessidade de adaptação, aqui tratada como uma mudança técnica por parte dos

produtores dos biomas frente às mudanças climáticas (técnicas produtivas menos emissivas em termos de GEEs enquanto mais produtivas). A abertura a esta mudança de tecnologia necessária, ou seja, a quebra da famosa “resistência cultural” do pequeno e médio produtor agropecuário brasileiro, nada mais é do que uma mudança institucional ou, até mesmo, o surgimento de novas instituições.

A partir desse ponto, no qual o surgimento de instituições passa a ser visto como promotor de resiliência aos sistemas socioecológicos complexos regionais, torna-se necessário o estudo sobre as bases da perda de resiliência nesses sistemas. A ideia de que grupos de indivíduos com interesses comuns, normalmente, buscam promover tais interesses quando há objetivos econômicos envolvidos é frequentemente dada como certa. Esse conceito seria baseado na premissa de que, na verdade, os membros de um grupo agem por interesse pessoal, individual. Olson (1971), porém, mostrou que os membros de um grande grupo não agirão para atingir os objetivos grupais, a menos que haja alguma obrigatoriedade, ou a menos que recebam algum incentivo individual. É preciso ressaltar, entretanto, o fato de estar se tratando de um grande grupo, pois nos grupos pequenos pode ocorrer alguma ação voluntária em prol dos objetivos comuns. Porém, na maioria dos casos, a cooperação findará antes que os resultados atinjam um nível ótimo para os membros do grupo como um todo (OLSON, 1971).

Ostrom (2000) descreve os caminhos de pesquisa sobre os fundamentos da ação coletiva. Na visão tradicional, se pensa que a utilização de recursos comuns implica sempre tragédia dos comuns quando não há determinação de preços; ainda mais no caso dos recursos naturais e ambientais. Ostrom (2000), porém, mostrou exemplos mundo afora, tais como o dos pescadores turcos, que refutam essa ideia. A descoberta central é que o mundo contém vários tipos de indivíduos, alguns mais dispostos do que outros à reciprocidade para alcançar os benefícios da ação coletiva. A questão central levantada foi a de que é preciso entender como os contextos institucional, cultural e biofísico afetam os mais variados tipos de indivíduo. O que é de total importância em uma perspectiva comparativa entre os biomas em análise no presente estudo. Aumentar a autoridade de indivíduos para elaborar as suas próprias regras pode resultar em processos que permitem a evolução das normas sociais e, assim, aumentar a probabilidade de que os indivíduos resolvam melhor os problemas de ação coletiva (OSTROM, 2000); o que também precisa ser levado em consideração.

O fato, então, da existência de vários tipos de indivíduos em uma mesma comunidade, atuando em condições de racionalidade limitada e respondendo muitas

vezes com retardo temporal a informações exógenas ou geradas pelo próprio comportamento do sistema gera o que se pode chamar de complexidade dinâmica (STERMAN, 2000). Assim, o sistema pode responder de forma não intencional do ponto de vista dos agentes que tentam influir sobre ele. Em outras palavras, a presença de complexidade dinâmica é uma pré-condição para que um sistema seja capaz de se auto-organizar. É fácil ver, então, que sistemas caracterizados por extrema complexidade de detalhes podem ser dinamicamente simples, na medida em que não envolvam agentes capazes de responder a novas informações. Sendo a recíproca verdadeira, sistemas relativamente simples podem ser dinamicamente complexos por envolverem agentes capazes de responder a novas informações (NORTH; MACAL, 2007). No caso em voga, os agentes-produtores são capazes de responder às mudanças climáticas globais via adaptação tecnológica, como as propostas pela Embrapa, executora em programas tais como o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC) ou o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf); ou pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), somente a título de exemplo. Complexidade dinâmica não quer dizer necessariamente que o sistema é complicado, apesar de essa ser uma possibilidade.

Bueno (2012) mostrou que desenvolvimentos recentes no campo da complexidade dinâmica têm detectado que, à medida que sistemas socioecológicos se aproximam de seus “pontos de virada” (em inglês, *tipping points*), alguns sinais genéricos, tais como a desaceleração crítica, ocorrem. A desaceleração crítica de um sistema é o fato de ele tornar-se progressivamente mais lento em responder a variações em seus recursos à medida que se aproxima daquele ponto de virada. Esse é, então, um dos sinais premonitórios de colapso em sistemas agropecuários e deve ser percebido e entendido pelos gestores políticos e produtores envolvidos, para que possam antecipar mudanças estruturais nos sistemas em que operam. O objetivo é o de mitigar os possíveis efeitos adversos de tais mudanças estruturais, como as que podem emergir pelas mudanças climáticas globais, e aproveitar eventuais novas possibilidades oferecidas.

No caso em estudo, onde a cooperação não emerge naturalmente, instituições tais como as envolvidas no Pronaf, bem como as na Cooperação Técnica do PRS, a Embrapa por exemplo, podem ajudar na geração de uma estrutura de incentivos aos produtores. Faz-se importante citar o PRS também nesta seção do texto, apesar de tal programa já ter sido apresentado na Introdução, por dois motivos principais. O primeiro seria para se

frisar a motivação que o PRS traz a este estudo detalhado. Já a segunda, não menos importante, é para deixar claro o quanto esta Tese pode produzir resultados que sejam capazes de munir o PRS de melhores condições para tratar do aumento de produtividade a partir das técnicas pelo programa fomentadas.

Enfim, nesta seção do texto, primeiramente, indicou-se que os estudos dos efeitos das mudanças climáticas na agropecuária e das possíveis soluções sustentáveis neste setor. Assim, nesta segunda parte do segundo capítulo desta Tese, discutiu-se: i. o papel da produção rural nas mudanças climáticas; ii. os impactos potenciais sobre a agropecuária, notadamente sobre a perda de produtividade; e iii. as discussões de práticas sustentáveis e aumento da produtividade. Ademais, o objetivo foi discutir algumas das contribuições desta Tese, bem como justificar a diferenciação entre os biomas para mensuração de impactos sobre a produção rural e também a importância da diferenciação entre tipos de produtores. Estes são os pontos-chaves desta Tese e, por isso, apresentam-se em destaque. Para que este parágrafo vá além de um resumo do que foi tratado, conclui-se os principais pontos retomando as perguntas de pesquisa.: i. Quais seriam os impactos do crédito rural via Pronaf sobre os mais variados setores, tipos de produtores e biomas? ii. Quais seriam as implicações da crescente adoção de tecnologias mais sustentáveis e do possível aumento de produtividade advindo de tal adoção no campo brasileiro? Uma das principais ideias deste capítulo teórico que se finda foi prover bases para possíveis respostas teóricas àquelas perguntas. Assim, fica feita a ponte para a questão empírica que será tratada no próximo capítulo.

3. METODOLOGIA

Analisar o impacto do sistema de incentivos enquanto instrumento de política de desenvolvimento das mais variadas regiões e biomas do Brasil mostra-se fundamental para compreender e avaliar os impactos sobre a geração de emprego e renda, sobre investimentos complementares e concentração regional das atividades produtivas. Apesar da complexidade de se analisar essa questão, especialmente com relação à quantidade de variáveis envolvidas e suas inter-relações, a teoria econômica dispõe de instrumentos analíticos efetivos para isso, destacando-se, em especial, os modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC). Por isso, os objetivos deste capítulo são: i. apresentar o debate entre os modelos de equilíbrio, bem como as características básicas dos modelos de EGC; ii. descrever a estrutura bem como as especificações do modelo especialmente desenvolvido para este estudo; iii. apresentar os dados e o procedimento de regionalização com detalhamento espacial para os biomas do Brasil; e iv. descrever os fechamentos, cenários e choques do modelo.

Neste capítulo, então, são apresentados os métodos e dados utilizados para a modelagem construída nesta Tese. A construção do modelo analítico toma como base dados secundários coletados junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esta Tese utiliza metodologia que permite abordar vários aspectos relacionados ao tema em questão: i. projetar a dinâmica econômica das regiões, considerando os biomas brasileiros, a partir do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) nas regiões de interesse entre os anos de 2016 e 2019; ii. analisar os impactos da política de aumento do crédito rural familiar sobre emprego e renda no meio

rural brasileiro; iii. investigar a questão da melhoria técnica da agropecuária na região, a partir dos ganhos de produtividade advindos da adoção das técnicas apoiadas, por exemplo, pelo Projeto Rural Sustentável (PRS).

A metodologia utilizada parte da construção de um modelo de EGC inter-regional – com um fechamento para o formato dinâmico e outro para o de estática comparativa – para as 48 regiões de diferentes biomas dentro das Unidades da Federação (UFs) brasileiras. O modelo teórico deriva da estrutura do modelo, amplamente documentado na literatura, The Enormous Regional Model (TERM), porém aplicado à realidade brasileira por meio da construção da base de dados e regionalização para os biomas presentes nas UFs brasileiras: TERM-Biomas. Outro diferencial e avanço do modelo TERM-Biomas refere-se à sua abertura setorial que permite a análise dos efeitos diferenciados sobre dois tipos de produtores agropecuários no Brasil: os familiares e os patronais. Incorporar explicitamente tal diferenciação em um modelo de EGC permite simular como os diferentes produtores agropecuários brasileiros responderiam também de forma diversa a variados fatores econômicos.

3.1. Os modelos de Equilíbrio Geral Computável

A forma pela qual se analisa questões econômicas – se por Equilíbrio Parcial ou Equilíbrio Geral – tem implicações metodológicas importantes também no que diz respeito às políticas públicas direcionadas à produção rural familiar. Na análise de Equilíbrio Geral, os mercados são inter-relacionados e considera-se explicitamente a estrutura produtiva das regiões. Sendo assim, no que diz respeito às questões tratadas neste trabalho, o quadro teórico dos modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) se mostra o mais adequado, como apresentado mais adiante. Além disso, uma série de definições e conceituações necessárias é apresentada.

3.1.1. Características básicas dos modelos de Equilíbrio Geral Computável

O fluxo circular da renda no modelo walrasiano básico é o ponto de partida conceitual para as análises de Equilíbrio Geral Computável (EGC). Em uma perspectiva histórica, o primeiro autor a encontrar uma forma matemática de resolução para um sistema de Equilíbrio Geral Arrow-Debreu (1954) foi Johansen (1960). Tal método numérico de solução satisfaz à Lei de Walras com firmas que minimizam custos (ou

maximizam lucros) e com famílias que maximizam sua utilidade. A tecnologia de produção apresenta retornos constantes ou não crescentes de escala no Equilíbrio Geral Arrow-Debreu; os produtores obtêm somente lucro econômico zero e os mercados exibem estrutura de concorrência perfeita (BETARELLI JÚNIOR, 2013; SANTOS, 2012). Somente os preços relativos importam nesse sistema walrasiano, afinal, as funções de demanda são homogêneas de grau zero (ou seja, não existe ilusão monetária) e as funções lucro apresentam homogeneidade linear, em preço (SANTOS, 2012). Ou seja, conforme Shoven e Whalley (1992), os valores absolutos de preço não têm impacto sobre o equilíbrio.

No esquema do fluxo circular da renda, então, famílias e empresas são os dois agentes econômicos principais que produzem, consomem e transacionam bens e fatores produtivos. Conforme apresentado em Sessa (2019), as famílias, que por definição detêm os fatores de produção, são os consumidores finais dos bens e serviços produzidos pelas empresas que, em contrapartida, alugam os fatores de produção das famílias para a produção de bens e serviços.

Há ainda, além dos dois agentes principais, o governo, cujo papel no fluxo circular da renda é o de arrecadar impostos e devolvê-los às famílias e às empresas via bens e serviços públicos, além de investidores e exportadores, na demanda final. Wing (2004) explica as características básicas da modelagem de EGC através dos pressupostos de equilíbrio dos fluxos que, na economia, nada mais são do que: i. a produção das firmas ser totalmente consumida pelas famílias/consumidores e ii. a dotação de fatores produtivos das famílias ser totalmente utilizada pelas firmas. Assim, os proventos advindos da produção nesta economia devem ser alocados para as famílias, como pagamento pela utilização dos fatores produtivos, para outras firmas, pela compra de insumos intermediários, e para o governo, devido ao pagamento de impostos. Portanto, o valor de cada bem deve ser igual à soma de todos os custos necessários para sua produção (WING, 2004). A renda das famílias associada à remuneração de seus fatores produtivos, de forma análoga, deve ser integralmente empregada na aquisição de bens, inclusive para fins de poupança, e no pagamento de impostos. Dessa forma, então, também é válida a conservação do valor na economia, ou seja, atende-se ao princípio contábil de equilíbrio orçamentário. Em resumo, como apresentado em Sessa (2019), essas duas suposições garantem que nem produto nem valor surjam ou desapareçam sem justificativas na economia sob análise. De acordo com Wing (2004), então, a produção deve ser igual ao

consumo das famílias e o valor da produção deve ser totalmente distribuído entre os gastos das famílias.

Já com relação às diferentes versões dos modelos de EGC, uma das grandes diferenciações que ficam marcadas é a entre as versões estáticas e dinâmicas dos modelos. Nas versões estáticas, a preocupação não é com a trajetória do investimento ao longo do tempo e sim com a alocação dos investimentos em certas atividades e regiões. Desse modo, não há relação fixa entre capital e investimento. Nas versões dinâmicas, o estoque de capital se acumula ao longo do tempo, o mercado de trabalho pode apresentar certa inércia no ajustamento dos salários e do emprego (DIXON *et al.*, 1982).

Para além das diferenciações entre as versões estáticas e dinâmicas dos modelos de EGC, um importante avanço nesse tipo de modelos é aquele que permitiu a inclusão de mais de uma região, possibilitando assim que se observe diferentes relações e interdependências econômicas regionais, dentro do escopo de um mesmo modelo particular. Os modelos podem ser classificados em uma das seguintes estratégias de modelagem regional: *top-down* e *bottom-up*. Os modelos *top-down* possuem componentes nacionais e regionais dissociadas. Nas equações desses modelos não há detalhes suficientes para gerar um *feedback* da região para a nação. Assim, em termos computacionais, ao encontrar resultados econômicos gerais, repassa-se estes resultados para as regiões de acordo com a participação das mesmas na economia nacional. Nos modelos *bottom-up*, por outro lado, as equações comportamentais são definidas para os agentes regionais e o modelo nacional torna-se o somatório dos modelos regionais. Dessa forma, cada uma das regiões especificadas é tratada como se fosse uma economia separada, como se existisse um modelo completo para cada região, porém, com uma interação entre essas regiões e entre os agentes regionais e nacionais. Os resultados nacionais neste tipo de modelo são alcançados a partir da agregação ponderada dos resultados regionais (FOCHEZATTO, 2005). Em razão disso, os modelos *bottom-up* são bastante exigentes em termos de dados. A escolha entre estruturas *top-down* e *bottom-up* reflete um compromisso entre a sofisticação teórica e os requisitos de dados (SESSA, 2019; HADDAD, DOMINGUES e PEROBELLI, 2002).

Os modelos de EGC são assim utilizados para considerações micro e macro dentro de um país, para as inter-relações entre os mercados e setores em economias regionais, onde o crédito e a produtividade podem afetar múltiplos mercados e setores. Souza e Hidalgo (1988) afirmam que a abordagem EGC permite avaliar os efeitos de mudanças

sobre toda a economia de tal modo que se é possível isolar os efeitos dessas mudanças em indicadores macroeconômicos, setoriais e regionais.

Porsse (2005), por exemplo, utilizou um modelo inter-regional de EGC para investigar se a competição tributária regional pode ser consistente com um equilíbrio “promotor do bem-estar” (em inglês, *welfare-improving*) quando as externalidades fiscais, subjacentes às mudanças estratégicas na política tributária dos governos regionais e às regras do federalismo fiscal vigente no Brasil, são plenamente assimiladas nos “benefícios” ou “ganhos” ou “recompensas” (em inglês, *payoffs*) dos agentes econômicos. Fochezatto (2002) avaliou um modelo de EGC construído para a economia do Rio Grande do Sul (RS), o qual contempla os aspectos relevantes da estrutura produtiva da economia regional bem como as relações econômicas do estado com o restante do Brasil e do mundo. Segundo Domingues e Haddad (2003), faz-se necessário o desenvolvimento de instrumentais analíticos, baseados em dados sólidos e consistentes, que sejam capazes de avaliar os efeitos espaciais levando-se em consideração a estrutura do sistema regional brasileiro. Nas palavras de Sessa (2019, p. 113):

As diferentes especificações em relação à espacialidade (global, nacional ou inter-regional), os avanços quanto à especificação de formas funcionais, estimação de elasticidades, escolha de hipóteses, evoluções computacionais, além da necessidade cada vez mais premente de estudos consistentes que possam subsidiar decisões de política, tem colocado os modelos EGC na fronteira do conhecimento econômico. A capacidade de determinação endógena dos preços é a principal característica que distingue a abordagem de equilíbrio geral de outros modelos, como os de insumo-produto. Por essas razões, esses modelos têm grande apelo e são bastante utilizados. Esse tipo de ferramenta é de grande utilidade, pois captura a interdependência entre os componentes de um cenário econômico (indústrias, famílias, investidores, governos, importadores e exportadores), revelando os efeitos diretos e indiretos advindos de perturbações exógenas.

Hertel (2002) revisa a literatura sobre a análise de Equilíbrio Geral aplicada às políticas agrícolas e de recursos naturais e ambientais. O autor começa com uma visão geral histórica, seguida por uma avaliação dos benefícios desta metodologia para examinar as políticas setoriais. Questões tais como as das desagregações de *commodities*, famílias, regiões e fatores de produção são importantes de serem consideradas; assim como a especificação dos parâmetros e o fechamento dos modelos devem ser discutidos (HERTEL, 2002). Os problemas com a modelagem de políticas que afetam a agricultura, as questões relativas à diferenciação de produtos e à competição imperfeita, além das relacionadas à validação dos modelos são apresentados em Hertel (2002).

Enfim, os modelos de EGC então devem ser sempre elaborados a partir de dados consistentes, em coerência com a teoria econômica, de modo a compreender a economia como “um sistema inter-relacionado em que o equilíbrio de todas as variáveis é determinado simultaneamente, permitindo que qualquer perturbação no sistema possa ser dimensionada” (SESSA, 2019, p. 113). Assim, os modelos de EGC possibilitam análises desagregadas e, dessa forma, que se capture as principais interdependências do sistema econômico. Para analisar os impactos do crédito rural e do aumento de produtividade no campo, devem ser considerados os aspectos estruturais e inter-regionais da economia de maneira integrada e consistente, ao mesmo tempo em que determinados setores produtivos e seus representantes devem ser diferenciados. Diante disso, o modelo de EGC se mostra uma ferramenta adequada para a análise do problema proposto em todas as suas dimensões.

3.2. Um modelo para os biomas brasileiros

Nesta Tese, parte-se da estrutura teórica do modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) TERM, um acrônimo em inglês para The Enormous Regional Model (HORRIDGE, 2011). O modelo desta Tese foi construído através de uma série de informações econômicas e procedimentos de regionalização para abertura regional entre os biomas de cada uma das Unidades da Federação (UFs) do Brasil: modelo TERM-Biomas.

Os principais objetivos visam projetar os ganhos diretos e indiretos ocorridos dos créditos decorrentes do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) no Brasil, bem como os efeitos diretos e indiretos de políticas, ao estilo do Projeto Rural Sustentável (PRS), de incentivo a aumentos de produtividade no meio rural brasileiro. Durante todo o processo de modelagem, que vai desde a construção da base de dados do modelo, passando pela regionalização e configuração dos choques e chegando até às simulações de fato, almeja-se captar da maneira mais consistentes os efeitos regionais e setoriais do crédito rural e da produtividade no campo.

O modelo TERM-Biomas parte da estrutura teórica já consolidada dos modelos multirregionais australianos, dentre os quais, o TERM. Tais modelos permitiram que diferentes regiões do país fossem modeladas de forma *bottom-up*, o que abriu precedentes para o surgimento de versões para outros países. O Brasil definitivamente é um deles. A partir de meados da década de 1990, o Centre of Policy Studies (CoPS) da Victoria

University, que mantém e disponibiliza uma variedade de modelos econômicos de EGC, passou a contar com a colaboração de muitos pesquisadores e acadêmicos brasileiros (CENTRE OF POLICY STUDIES, [ca. 2018a]). Baseado na versão MRF do modelo Monash, o primeiro modelo de EGC inter-regional totalmente operacional para o Brasil foi construído: o modelo Brazilian Multisectoral And Regional/Interregional Analysis – B-MARIA (HADDAD, 1999, cf. Caps. 3-4).

Segundo o CoPS (CENTRE OF POLICY STUDIES, [ca. 2018a]), a fase atual da relação CoPS-Brasil começou em 2002. Foi a essa oportunidade que Ferreira Filho e Horridge (2006) iniciaram a construção, baseado no TERM, de um grande modelo de EGC para o Brasil. De lá para cá, vários outros acadêmicos, professores e estudantes de pós-graduação brasileiros passaram e têm passado pelo CoPS; o centro ministrou curso prático em modelagem de EGC no Brasil (São Paulo, São Paulo – SP – em 2006 e Brasília, Distrito Federal – DF – em 2018); e as colaborações levaram a diversas publicações de artigos e textos para discussão focados, principalmente, nas consequências regionais, distribucionais e ecológicas das políticas econômicas brasileiras (CENTRE OF POLICY STUDIES, [ca. 2018a]). O CoPS também colabora com o centro no qual esta Tese foi produzida, qual seja, o Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (Cedeplar/UFGM), através, principalmente, dos professores orientadores deste trabalho (cf. MAGALHÃES; DOMINGUES; HEWINGS, 2012) e o Integrated Multi-regional Applied General Equilibrium Model - Brazil (IMAGEM-B), também desenvolvido no centro é base para TERM-Biomas desta Tese.

Dessa forma, esta seção visa descrever a estratégia adotada durante as etapas que envolvem a construção de TERM-Biomas, com foco em suas singularidades, além da apresentação de suas características mais genéricas. A consideração das características estruturais e inter-regionais do sistema econômico, em grande escala e de forma integrada e consistente, é o ponto forte deste grupo de modelos. TERM-Biomas, porém, é o primeiro modelo de EGC especialmente construído para a projeção de impactos econômicos diferenciados por biomas e UFs brasileiras em termos regionais, e entre tipos de produtores: familiares e patronais.

Para tanto, o programa de computador utilizado como a principal ferramenta no acompanhamento de todas as etapas de desenvolvimento de TERM-Biomas e sua efetiva operacionalização, via simulações, é o Gempack. Através desse *software*, torna-se possível não somente a manipulação de dados em grande escala, mas também o processamento de soluções através dos diversos métodos de linearização que são

disponibilizados. Afinal, o Gempack oferece, além do difundido método de Euler, aproximações sucessivas pelos métodos de Midpoint e de Gragg de duas, quatro e, até mesmo, seis etapas (HARRISON *et al.*, 2014). Isso possibilita o atingimento de resultados equivalentes aos de métodos de solução não-lineares de maior complexidade computacional. Cabe analisar, então, a estrutura teórica por trás da modelagem de TERM-Biomas, bem como seus componentes, equações e hierarquias.

3.2.1. Estrutura teórica

Assim como o Integrated Multi-regional Applied General Equilibrium Model - Brazil (IMAGEM-B), TERM-Biomas parte da estrutura teórica do The Enormous Regional Model – TERM (HORRIDGE, 2011). O TERM é um modelo multirregional de Equilíbrio Geral Computável (EGC) do tipo *bottom-up*, que segue a especificação do tipo Johansen da escola australiana de modelos de EGC (DIXON; RIMMER, 2002; DIXON *et al.*, 1982). Cabe aqui, então, uma revisão dos principais aspectos da especificação teórica dos modelos baseados na estrutura do TERM, amplamente documentada na literatura brasileira (cf. SESSA, 2019; CAMPOS; SADO; DOMINGUES, 2017; SIMONATO, 2017; CARVALHO, 2014; MAGALHÃES, 2011; FARIA, 2009).

Utilizado pela primeira vez para a avaliação dos efeitos regionais da seca australiana entre os anos de 2002 e 2003 (HORRIDGE; MADDEN; WITTWER, 2005), o TERM foi desenvolvido com o objetivo de proporcionar análises mais desagregadas do ponto de vista regional e setorial, o que é o ponto importante na análise dos impactos regionais com efeitos espacialmente heterogêneos, como é o caso desta Tese. Assim, o TERM-Biomas é um modelo do tipo Johansen, no qual a estrutura matemática é representada por um conjunto de equações linearizadas e suas soluções são obtidas na forma de taxas de crescimento. Assim, TERM-Biomas pode ser simplificado como um modelo de EGC no qual um vetor de equilíbrio V , de dimensão n , satisfaz um sistema de equações tal como o da Equação 1.

$$F(V) = 0 \quad (1)$$

onde F é um vetor funcional de dimensão n . A demanda do consumidor, então, origina-se diretamente do problema de maximização de utilidade da família representativa sujeita

à restrição orçamentária, o que gera as equações de demanda. Isso, para deixar claro, assumindo-se F como diferenciável e o número de variáveis η maior que o número de equações η .

Por sua vez, as preferências e as tecnologias originam-se de funções de produção e funções de utilidade, mas também diferenciáveis (HARRISON *et al.*, 2014). Trata-se, assim, de um modelo multisetorial do tipo Johansen, composto por sistemas com variadas formas funcionais não-lineares. Ainda segundo Harrison *et al.* (2014), porém, o método de Johansen propõe a derivação, a partir da Equação 1, de um sistema de equações lineares para a solução de sistemas desse porte. Nesse novo sistema, agora linear, as variáveis são tomadas como variações percentuais ou logarítmicas dos componentes de V e seus resultados são apresentados na forma de taxas de crescimento (positivas ou negativas).

TERM-Biomass possui, então, 80 variáveis compostas por 133.150 componentes – sendo 45.313 exógenos e 87.837 endógenos. Tais variáveis compõem um total de 91 blocos de equações contendo, ao todo, 87.837 equações separadas. A estratégia de construção dessas equações e sua representação estrutural é apresentada com mais detalhes nas próximas subseções desta Tese. Os principais conjuntos do modelo são descritos na Tabela 1 e são úteis para apresentar a estrutura da tecnologia de produção do modelo, bem como o mecanismo de composição da demanda final.

Tabela 1 – Principais conjuntos de TERM-Biomass.

Índice	Conjunto	Descrição	Tamanho
s	SRC	Fonte (doméstica ou importada)	48
c	COM	Produtos (em inglês, <i>commodities</i>)	(*)
m	MAR	Margens (comércio e transporte)	2
i	IND	Indústrias (setores)	(*)
d	DST	Regiões de uso (destino)	48
r	ORG	Regiões de origem	48
p	PRD	Regiões de produção de margem	48
f	FINDEM	Demandantes finais (investidores, famílias, exportações e governo)	4
u	USR	Usuários = união de IND com FINDEM	(**)

* 18 no modelo dinâmico e 76 no modelo estático.

** 22 no modelo dinâmico e 80 no modelo estático.

Fonte: elaboração própria com base em Horridge (2011).

TERM-Biomass é composto por blocos de equações que determinam relações de demanda e oferta, de acordo com hipóteses de otimização e condições de equilíbrio de mercado. Além disso, vários agregados nacionais são definidos nesses blocos, como o

nível de emprego agregado, o Produto Interno Bruto (PIB), o saldo comercial e os índices de preços. Os setores produtivos minimizam os custos de produção sujeitos a uma tecnologia de retornos constantes de escala em que as combinações de insumos intermediários e fator primário (agregado) são determinados por coeficientes fixos (Leontief). Há substituição via preços entre produtos domésticos e importados na composição dos insumos via função de Elasticidade de Substituição Constante (em inglês, *Constant Elasticity of Substitution – CES*). Uma especificação de *CES* também controla a alocação do composto doméstico entre as diversas regiões. Também ocorre substituição entre capital e trabalho na composição dos fatores primários por meio de funções de *CES*.

Os produtos de uma determinada região direcionados para outra são compostos pelos valores básicos e pelas margens de comércio e transporte. A participação de cada margem no preço de entrega é uma combinação de origem, destino, produto e fonte (doméstica ou importada). As margens sobre os produtos de uma região para outra podem ser produzidas em diferentes regiões. Espera-se que as margens sejam distribuídas mais ou menos equitativamente entre origem e destino, ou entre regiões intermediárias, no caso de transporte entre regiões mais distantes. Existe substituição nos fornecedores de margem de acordo com uma função de *CES*.

No modelo, há uma família representativa para cada região, que consome bens domésticos (das demais regiões) e bens importados (de outros países). A escolha entre domésticos e importados é realizada por uma especificação *CES* (Hipótese de Armington²¹, cf. ARMINGTON, 1969). O tratamento da demanda das famílias é baseado num sistema combinado de preferências *CES*/Klein-Rubin. Assim, a utilidade derivada do consumo é maximizada segundo tal função de utilidade. Essa especificação dá origem ao Sistema Linear de Gastos (em inglês, *Linear Expenditure System – LES*²²), no qual a participação do gasto acima do nível de subsistência, para cada bem, representa uma proporção constante do gasto total de subsistência de cada família.

As exportações setoriais respondem às curvas de demanda negativamente associadas aos custos domésticos de produção e positivamente afetadas pela expansão exógena da renda internacional, adotando-se a hipótese de país pequeno no comércio internacional. O consumo do governo é exógeno e, como existe substituição entre os

²¹ A Hipótese de Armington diz que bens de fontes diferentes são tratados como substitutos imperfeitos.

²² O *LES* é adequado para amplos agregados de bens onde substituições específicas não são consideradas, isto é, elasticidades de preço-cruzadas são iguais ao efeito renda dado na equação de Slutsky sem qualquer contribuição dos efeitos de preço-cruzado. Isso implica que todos os bens são complementares fracos. O Sistema Linear de Gastos não permite a inclusão de bens inferiores (elasticidades renda negativas).

fatores primários – trabalho e capital –, a demanda por um fator aumenta em relação ao outro se o seu preço se torna relativamente mais baixo. Em TERM-Biomas, há equação de mobilidade de oferta de trabalho e a relação entre emprego e salário é determinada conforme uma função de oferta de trabalho regional, ou seja, há migração inter-regional do trabalho, conforme explicitado em subseção posterior. Com relação ao fator terra, as hipóteses que se assume a respeito desse fator no modelo não considera mudança no uso da terra.

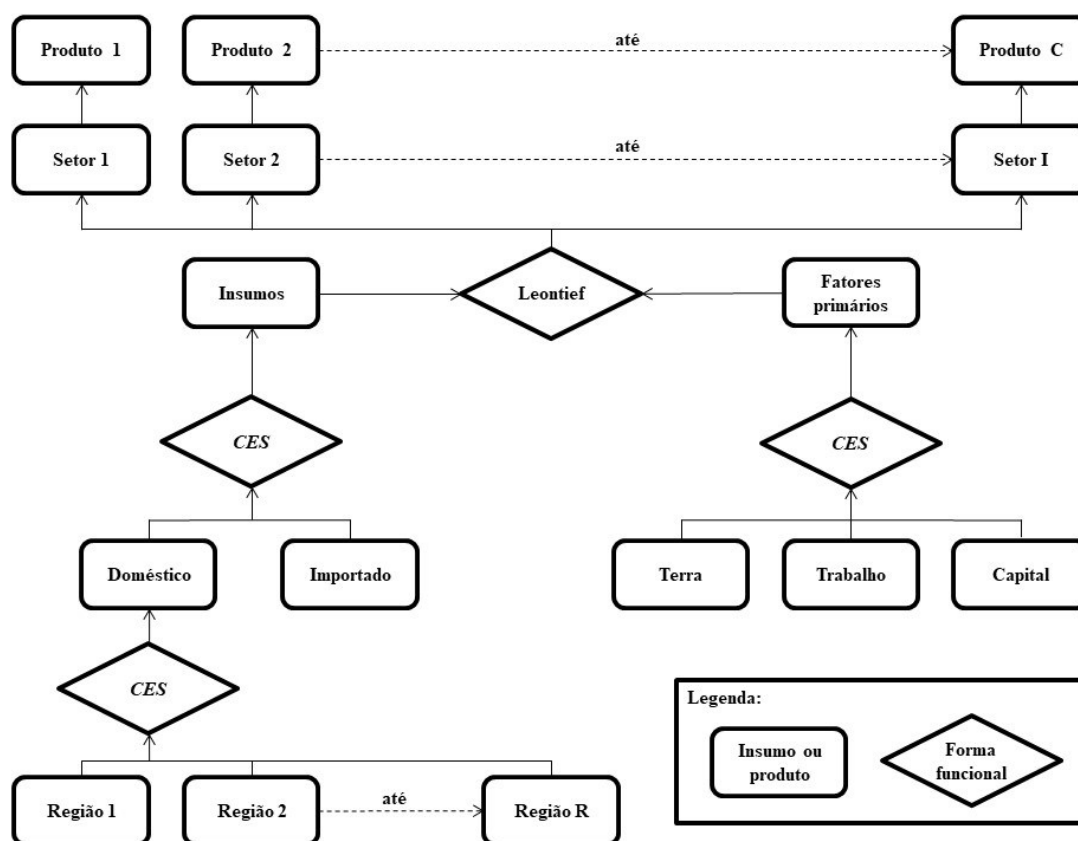
Já com relação à especificação do estoque de capital e investimento em dinâmica recursiva, cabe ressaltar que as decisões de poupança de cada período são baseadas em uma antecipação estática das taxas de rendimento futuro. Isso porque, nos modelos recursivos, os agentes não utilizam de informações sobre o futuro para tomar suas decisões, ou seja, suas expectativas são estáticas. A dinâmica do modelo, então, advém do caráter intertemporal do comportamento dos consumidores. Suas decisões determinam o investimento que, inserido em uma equação de acumulação de capital e somado ao crescimento demográfico e ao progresso técnico, assegura a ligação entre os períodos sucessivos. Portanto, o desempenho do estoque de capital induzido pela poupança é o fator que determina as possibilidades de consumo e investimento no futuro (TANURE, 2020; FOCHEZATTO, 2005).

Os parâmetros básicos na determinação dos níveis de investimento, de uma forma geral, são: i. o volume de estoque de capital; ii. as taxas de depreciação do capital; e iii. a taxa de retorno do capital. Deve-se atentar para o fato de que o volume de estoque de capital e as taxas de retorno são diferentes entre os setores, o que permite a alocação setorial e regional do investimento. A estrutura para a especificação da taxa de retorno é apresentada na seção 3.2.5 (TANURE, 2020; CARVALHO, 2014; MAGALHÃES, 2013; DIXON; RIMMER, 2002).

Finalmente, TERM-Biomas opera com equilíbrio de mercado para todos os bens, tanto domésticos quanto importados, assim como no mercado de fatores (capital e trabalho) em cada região. Os preços de compra para cada um dos grupos de uso em cada região (produtores, investidores, famílias, exportações e governo) são a soma dos valores básicos e dos impostos sobre vendas (diretos e indiretos) e margens (de comércio e transporte). Impostos sobre vendas são tratados como taxas *ad-valorem* sobre os fluxos básicos. As demandas por margens (de comércio e transporte) são proporcionais aos fluxos de bens aos quais as margens estão conectadas. As subseções seguintes mostram em mais detalhes toda a estrutura teórica de TERM-Biomas.

3.2.2. Produção setorial

No modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) multiproduto utilizado nesta Tese – The Enormous Regional Model para os biomas presentes nas Unidades da Federação (UFs) brasileiras (TERM-Biomas) –, cada setor produz somente um produto e o nível de produção é determinado pela combinação de fatores primários (valor adicionado), insumos intermediários e outros custos (basicamente taxas e subsídios). Para os insumos primários, o produtor decide a composição entre capital, trabalho e terra. Para os insumos intermediários, o produtor decide a composição entre os produtos disponíveis e suas fontes (doméstica ou importada). Em relação aos bens domésticos, o produtor escolhe ainda entre as diferentes regiões. A função de produção pode ser separada em dois ramos: o responsável pela definição das parcelas do uso dos fatores primários e o responsável pelo gerenciamento da origem dos insumos (Figura 2).



Fonte: elaboração própria com base em Simonato (2017) e Horridge (2011).

Figura 2 – Estrutura da produção em TERM-Biomas.

Pode-se perceber, na Figura 2, que cada setor ou indústria em TERM-Biomass produz somente um produto a título de simplificação. O número total de produtos (c) será sempre igual ao número de setores²³ ou indústrias (i). A tecnologia de produção é determinada através da combinação, em proporções fixas (função do tipo Leontief), do uso de fatores primários (terra, trabalho e capital) com insumos intermediários. Tais insumos têm sua fonte (doméstica ou importada), definida por uma função de Elasticidade de Substituição Constante (em inglês, *Constant Elasticity of Substitution – CES*). Ademais, para o caso dos insumos nacionais (domésticos), sua região de origem é definida também através de uma função de *CES*. É considerada, nessa etapa da modelagem, a hipótese de substitubilidade imperfeita entre os insumos domésticos e importados, bem como entre insumos das diferentes regiões do modelo, de acordo com a hipótese de Armington (1969).

Quanto às regiões do modelo, nunca é demais lembrar que TERM-Biomass apresenta o Brasil em 48 regiões ($R = 48$), constituídas pelo cruzamento das malhas geográficas das UFs e dos biomas brasileiros. TERM-Biomass considera retornos constantes de escala em suas funções de produção regionais. Apesar da existência de discussões na Nova Geografia Econômica a esse respeito, as quais têm apontado para retornos crescentes de escala, tal consideração não se mostra viável em modelos de EGC, como colocado por Simonato (2017), devido a fatores metodológicos, como a possibilidade da existência de múltiplos equilíbrios por exemplo. Sendo assim e no intuito de evitar problemas teóricos e práticos, considera-se usualmente que os resultados obtidos através de simulações via modelos de EGC com retornos constantes de escala refletem especificamente o limite inferior dos benefícios dos investimentos²⁴.

3.2.3. Substituição de fonte

Conforme apresentado na Figura 2 da subseção anterior, para cada insumo intermediário c demandado pelo setor i , existem duas fontes possíveis: a doméstica ou a importada. A decisão entre essas duas fontes, como já mencionado na subseção 3.2.1, é

²³ Cabe lembrar que esta Tese se vale de dois diferentes modos de operação (dinâmica recursiva e estática comparativa) e dois diferentes fechamentos para um mesmo modelo. A distinção se encontra principalmente na abertura setorial, dentro de TERM-Biomass. O modelo em dinâmica recursiva tem 18 setores e, consequentemente, produtos ($I_d = C_d = 18$). O modelo em estática comparativa, por sua vez, é composto de 76 setores e produtos ($I_e = C_e = 76$).

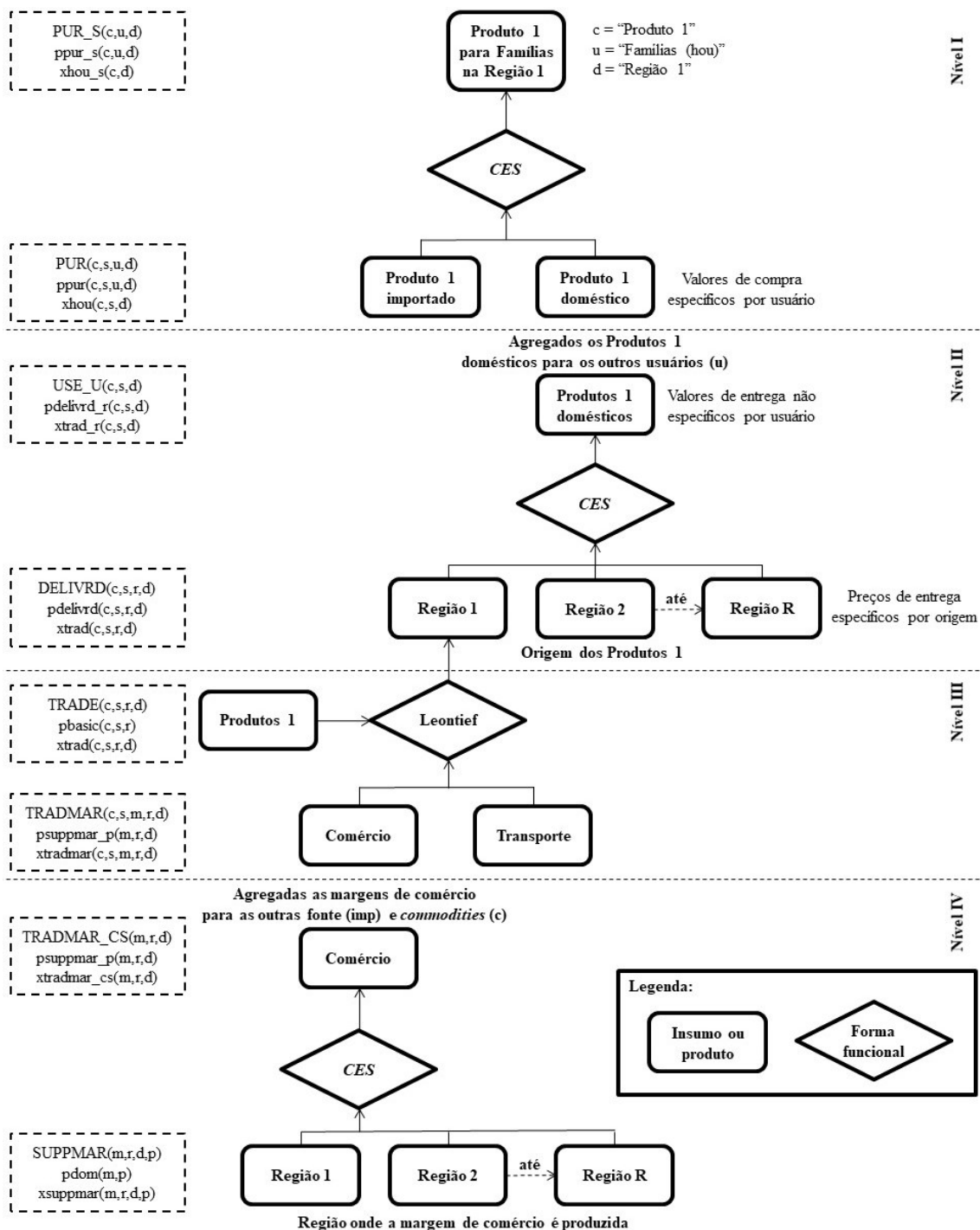
²⁴ As implicações e os obstáculos de se valer de retornos não-constantes de escala em modelos de EGC são discutidos de forma mais aprofundada em Haddad (2004) e Mansori (2003).

modelada utilizando a hipótese de Armington (1969), para o qual produtos de diferentes fontes são considerados substitutos imperfeitos na produção. Neste caso, o problema do produtor é minimizar os custos de cada insumo intermediário, utilizando uma combinação ótima entre as fontes doméstica e importada, sujeito a uma função de produção de Elasticidade de Substituição Constante (em inglês, *Constant Elasticity of Substitution – CES*).

3.2.4. Mecanismo de composição da demanda regional

O mecanismo de composição da demanda regional, dado o foco presente nesta Tese, tem importante relevância. Toda a série de estruturas aninhadas, que indicam as variadas possibilidades de substituição permitidas no modelo, é esboçada de maneira simplificada na Figura 3. Tal figura é segmentada em quatro níveis.

A Figura 3 ilustra os detalhes do sistema de composição da demanda das famílias da Região 1 pelo Produto 1 em TERM-Biomass: The Enormous Regional Model para os biomas presentes nas Unidades da Federação (UFs) brasileiras. Embora a Figura 3 contemple apenas a demanda por um único bem ou produto – Produto 1 – de um único usuário – Famílias (hou) – em uma única região – Região 1 –, o mesmo diagrama se aplicaria a outras mercadorias, usuários e regiões. As famílias escolhem se irão consumir o mesmo Produto 1 que pode ser proveniente de duas fontes distintas: a doméstica ou a importada (de outro país). Tal escolha segue uma função de Elasticidade de Substituição Constante (em inglês, *Constant Elasticity of Substitution – CES*), como pode ser percebido no Nível I da Figura 3. As demandas são relacionadas aos valores de compra específicos por usuário (estes valores são apresentados na matriz PUR, definida como a soma das matrizes USE e TAX). A elasticidade de substituição entre o composto doméstico e importado (σ_x) é específica por *commodity*, mas comum por usuário e região de destino ou de uso, embora estimativas diferenciadas possam ser utilizadas.



Fonte: elaboração própria com base em Sessa (2019) e Horridge (2011).

Figura 3 – Mecanismos de abastecimento da demanda em TERM-Biomass.

Já no Nível II da Figura 3, as demandas pelos Produtos 1 domésticos em determinada região são agregadas (para todos os usuários) de forma a determinar o valor total (USE_U). A matriz de uso (USE_U) é valorada em preços de “entrega”, que incluem os valores básicos e de margem, mas não os impostos por uso específico. O sistema de

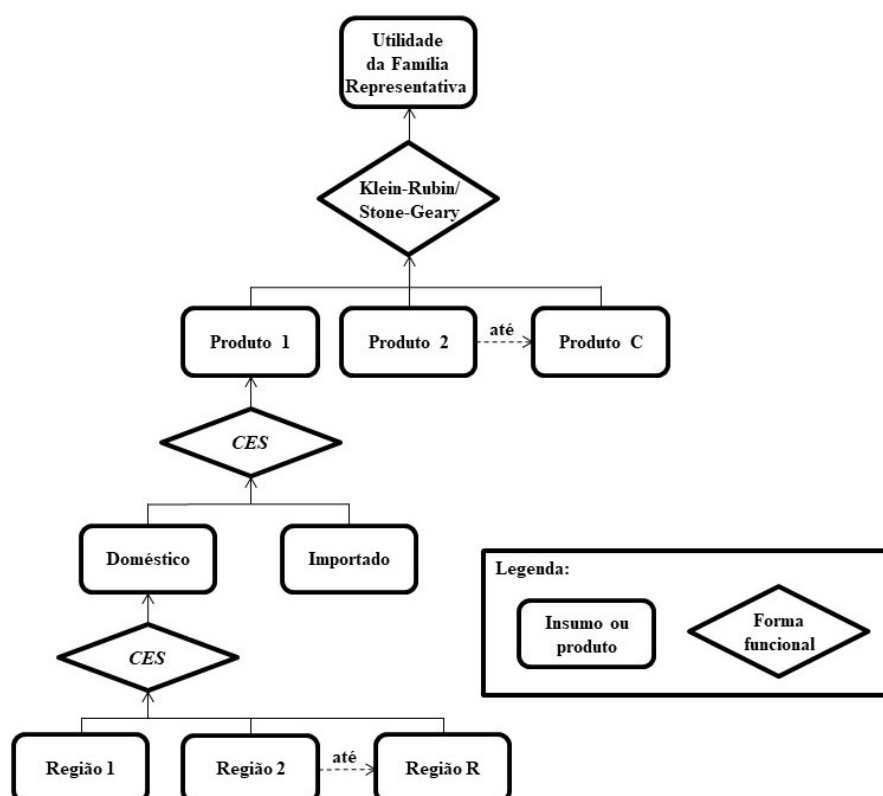
origem dos Produtos 1 domésticos (USE_U) entre as regiões é especificado também a partir de uma função de CES (σd) que controla tal alocação. Uma implicação disso é que regiões com diminuição do custo relativo de produção aumentam sua participação de mercado na região de destino do produto. A matriz DELIVRD mostra como esse composto é formado a partir das regiões de origem. O mecanismo de substituição é baseado em preços de entrega, que incluem margens de comércio e de transporte. Portanto, mesmo que os preços de produção estejam fixos, alterações nos custos de transporte afetam o *market share* regional (SESSA, 2019).

A estrutura dos valores básicos e margens de comércio e transporte dos Produtos 1 entre as regiões é indicada no Nível III. Tal estrutura segue uma função Leontief, indicando que a parcela de cada componente no preço final é fixa. Dessa forma, elimina-se a hipótese de que ocorra substituição entre margens de comércio e de transporte. A participação de cada margem no preço de entrega é uma combinação de origem, destino, *commodity* e fonte. Espera-se, por exemplo, que a participação dos custos de transporte no preço de entrega seja elevada entre duas regiões distantes (cf. SESSA, 2019).

Por fim, no Nível IV, após agregadas as margens de comércio para todas as fontes (doméstica e importada) e todas as *commodities* (c) são definidas as origens das margens de transporte entre as várias regiões do modelo. Essas margens são distribuídas de forma equitativa entre origem e destino, havendo algum grau de substituição nos fornecedores de margem, regulada pela elasticidade (σt). Essa elasticidade pode capturar certa capacidade dos transportadores realocarem seus depósitos de armazenagem ao longo de rotas (um parâmetro típico para esta substituição é 0,5). Para as margens de comércio tem-se que a maior parte da margem é produzida na região de destino (uso) e, portanto, o escopo para substituição deve ser menor, com uma elasticidade calibrada próximo de zero (MAGALHÃES, 2011). Esta decisão de substituição é tomada no nível agregado, sob a hipótese implícita de que a participação de uma região na provisão de margens na comercialização de bens entre duas regiões é a mesma não importa a *commodity* que esteja sendo transportada. O mesmo mecanismo de origem de fluxos é aplicado aos bens importados, mas traçando sua origem ao porto de entrada e não região de origem (que é o mercado externo).

O consumo demandado de cada produto por cada usuário em cada região de TERM-Biomass é especificado por meio da relação de preços e gastos. A estrutura de demanda das famílias estabelece composições ótimas de consumo por meio da seleção de vetores de bens que proporcionam a maximização de uma função utilidade específica, sob

a restrição da renda disponível. Em TERM-Biomass, há uma família representativa em cada região, que consome bens domésticos e bens importados. Uma função de utilidade não-homotética de Stone-Geary (PETER *et al.*, 1996), na qual a composição do consumo por produto entre doméstico e importado é controlada por meio de funções de CES, especifica a demanda das famílias em TERM-Biomass. As equações de demanda são derivadas de modo a atender às condições de maximização da utilidade (Figura 4), considerando diversas possibilidades de substituição no decorrer do processo de suprimento da demanda (Figura 3).



Fonte: elaboração própria com base em Sessa (2019) e Magalhães (2013).

Figura 4 – Estrutura da demanda regional das famílias em TERM-Biomass.

Para cada bem de consumo na cesta da família representativa de cada região de TERM-Biomass, há toda a estrutura que passa pelas escolhas de fonte (doméstica ou importada) e origem (Região 1 a Região 48) representada, a título de simplificação e melhor visualização, abaixo somente do Produto 1 na Figura 4. No nível superior da Figura 4, há uma agregação Klein-Rubin dos bens compostos. Assim, a utilidade derivada do consumo é maximizada segundo tal função. Essa especificação dá origem ao Sistema Linear de Gastos (em inglês, *Linear Expenditure System* – LES), no qual a participação

do gasto acima do nível de subsistência, para cada bem, representa uma proporção constante do gasto total de subsistência de cada família. No segundo nível, ocorre uma substituição de *CES* entre bens domésticos e importados. Por fim, no último nível, ocorre novamente a substituição entre diferentes regiões domésticas de origem. Assim, em TERM-Biomas, a maximização da utilidade obtida por meio do consumo de bens precede a substituição entre bens domésticos e importados, o que leva ao *LES*.

O conceito de *LES* deriva da propriedade de que o gasto em cada bem é uma função linear dos preços médios (composto importado e doméstico) e do gasto (renda). Certas quantidades de cada produto são adquiridas qualquer que seja seu preço, o que pode ser identificado como um requisito de “subsistência” para cada produto. O resíduo do orçamento do consumidor, depois dos gastos totais de subsistência, é chamado de “gasto de luxo” ou gasto em “supernumerário” (SESSA, 2019). Já a função de utilidade *per capita* Klein-Rubin ou Stone-Geary possui a forma de uma Cobb-Douglas (cf. HADDAD, 2004) e é definida formalmente na Equação 2, para cada região do modelo.

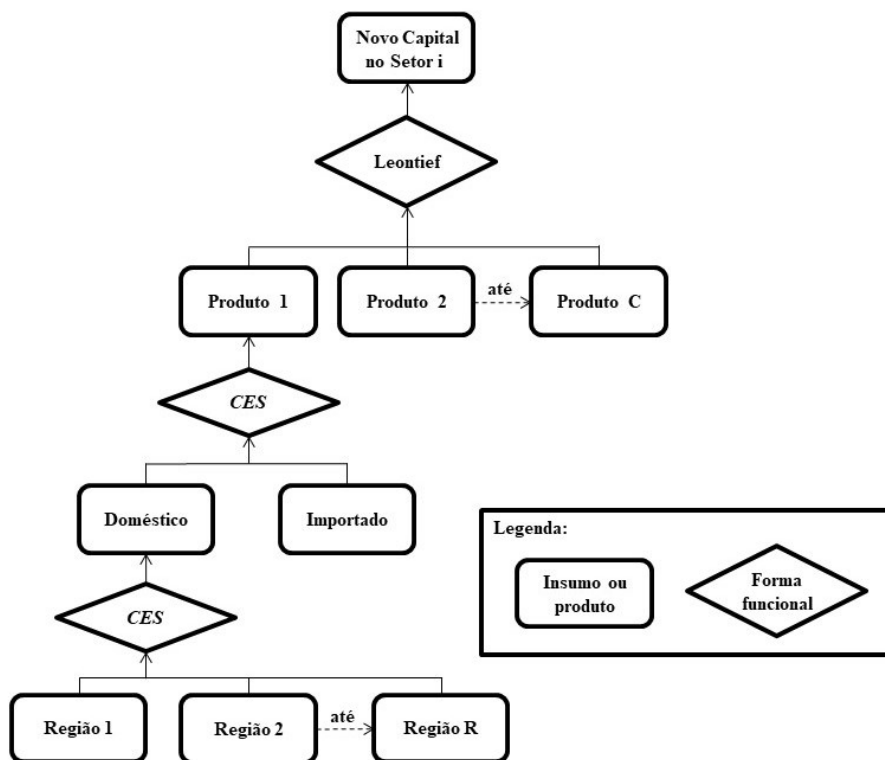
$$U(hou) = \sum_{c=1}^c \frac{1}{Q} [X(hou) - \gamma(hou)]^{\beta_{hou}} \quad (2)$$

onde $X(hou)$ é o consumo agregado da *commodity* c pela família representativa hou em cada região e Q é o número de famílias, com $[X(hou) - \gamma(hou)] > 0$. Já $\gamma(hou)$ é um parâmetro que representa a quantidade de subsistência de cada família hou , e β_{hou} representa a participação orçamentária marginal sobre os gastos totais em bens de luxo (vetores de parâmetros), $\beta_{hou} \geq 0$. Uma característica da função de utilidade Stone-Geary é que apenas o componente de gastos acima do nível de subsistência, ou gastos em bens de luxo, afeta a utilidade *per capita* (PETER *et al.*, 1996). O mesmo procedimento de cálculo se repete para as Famílias Representativas das diferentes regiões de TERM-Biomas.

3.2.5. Investimento e estoque de capital

Ao se recordar os principais conjuntos de TERM-Biomas apresentados na Tabela 1, quando da descrição da estrutura teórica do modelo, percebe-se que o investimento, responsável pela criação de capital em cada setor produtivo ou indústria (i), representa um dos usuários da demanda final (cf. conjunto FINDEM). De forma similar ao descrito

na subseção sobre a produção setorial das indústrias (i) – Figura 2 –, a escolha dos insumos utilizados no processo de geração de capital ocorre por meio da minimização de custos restrita por uma estrutura de tecnologia hierarquizada (Figura 5).



Fonte: elaboração própria com base em Sessa (2019).

Figura 5 – Estrutura da demanda por investimento em TERM-Biomass.

Apesar de toda a semelhança com a dinâmica da produção setorial, algumas adaptações são realizadas. De baixo para cima na Figura 5, uma função de Elasticidade de Substituição Constante (em inglês, *Constant Elasticity of Substitution* – CES) é utilizada na combinação de diferentes origens a formarem um bem doméstico e importados. Em um segundo nível, nova função de CES representa a seleção, então, entre as fontes doméstica e importada. Por fim, no nível superior da Figura 5, uma combinação em proporções fixas (Leontief) dos insumos intermediários compostos define o nível de produção do capital do setor. Note que, como em Domingues (2002), os fatores primários não são utilizados diretamente como insumo para a formação de capital. É importante destacar que esta é uma notável diferença com relação ao que ocorre na tecnologia de produção. A utilização dos fatores primários, aqui, é indireta, através dos insumos produtivos nos setores (HORRIDGE, 2011).

Deve-se ressaltar ainda que, no modelo em estática comparativa utilizado nesta Tese, a concepção temporal de investimento empregada não tem correspondência com um calendário exato. Isso porque a ideia é captar os efeitos de choques na alocação do investimento entre as regiões, ou seja, trata-se de uma análise de estado estacionário rumo a um novo equilíbrio. Neste caso, o interesse é no resultado, ou seja, a matriz de impactos dadas mudanças na produtividade dos setores agrários.

A especificação em dinâmica recursiva, por sua vez, propicia simulações nas quais o estoque de capital é acumulado no tempo e, além disso, o mercado de trabalho apresenta certa inércia no ajuste de salários e emprego. O investimento e o estoque de capital seguem mecanismos de acumulação e de deslocamento intersetorial a partir de regras, associadas à taxa de depreciação e retorno, pré-estabelecidas. A cada período de tempo na simulação, as taxas de crescimento do capital no setor i (e, conseqüentemente, seus níveis de investimento) da região r são computadas – Equação 3 – através da disposição dos investidores em ofertar fundos a tal setor frente aos aumentos limitados em sua taxa de retorno esperada (DIXON; RIMMER, 2002). Ainda segundo Dixon e Rimmer (2002), a taxa de crescimento do capital no setor i no período t , assim, somente será superior à sua taxa normal (aquela do estado estacionário de crescimento do capital) se a taxa de retorno esperada pelos investidores for maior que a taxa de retorno normal. A acumulação de capital no TERM-Biomas é dada pela Equação 3.

$$K_{i,t+1} = (1 - D_{i,t}) \cdot K_{i,t} + I_{i,t} \quad (3)$$

onde $K_{i,t}$ é o estoque de capital no período t no setor i ; $K_{i,t+1}$ é o estoque de capital no período $t + 1$ no setor i ; $I_{i,t}$ é o investimento durante o período t no setor i ; e $D_{i,t}$ é o parâmetro para a taxa de depreciação no setor i .

O desempenho do estoque de capital por setor, então, depende de sua taxa de retorno, dados os valores iniciais $K_{i,0}$ e $I_{i,t}$. A Equação 4 representa o cálculo da taxa esperada de retorno do capital.

$$E_t[R_{i,t}] = ER_i + D_i \quad (4)$$

onde $E_t[R_{i,t}]$ é a taxa de retorno esperada, no período t , pelo setor i ; ER_i é a taxa de retorno de equilíbrio esperada no setor i ; e D_i é uma medida de desequilíbrio na taxa de retorno corrente no setor i .

O mecanismo que determina o investimento setorial nos modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) em dinâmica recursiva, pode ser representado, então, pela Equação 5 e pela Equação 6.

$$E_t[R_{i,t}] = -1 + \frac{E_t[Q_{i,t+1}]}{C_{i,t}} \left(\frac{1}{1+r} \right) + (1 - D_i) \left(\frac{E_t[C_{i,t+1}]}{C_{i,t}} \right) \left(\frac{1}{1+r} \right) \quad (5)$$

$$E_t[R_{i,t}] = f_{i,t} \left(\frac{K_{i,t+1}}{K_{i,t}} - 1 \right) \quad (6)$$

onde E_t representa a expectativa no período t ; $R_{i,t}$ é a taxa de retorno do investimento no setor i realizado no período t ; $Q_{i,t+1}$ representa o retorno sobre o capital i no período $t + 1$; r representa a taxa de juros; $C_{i,t}$ representa o custo de uma unidade extra de capital instalado no setor i no período t ; e $f_{i,t}$ representa uma função não decrescente.

A Equação 5 determina a taxa de retorno esperada do setor i , no período t , como sendo o valor presente de uma unidade monetária extra de investimento, ou seja, uma unidade monetária de investimento compra $(1/C_{i,t})$ unidades de capital no período t . Ademais, a Equação 5 indica ainda que a renda gerada no período $t + 1$ é de $(E_t[Q_{i,t+1}]/C_{i,t})$ e a redução no investimento tem um montante esperado de $(1 - D_i)(E_t[C_{i,t+1}]/C_{i,t})$. A curva da oferta de investimento, por sua vez, é definida na Equação 6, indicando que a taxa de retorno exigida pelos investidores ao gastarem uma unidade monetária extra no setor i , depende da taxa de crescimento do estoque de capital i . A Equação 6 indica que, diante uma redução da disponibilidade de fundos de investimento, dada a inclinação positiva da curva $f_{i,t}$, o setor i atrairia investimento em decorrência da alta taxa de crescimento de capital e consequente alta taxa de retorno esperada. Enfim, quanto maior a taxa de crescimento do capital entre dois períodos, maior será a taxa de retorno esperada. Deve-se ressaltar, porém, que é usual assumir que a oferta de investimento é infinitamente elástica em relação à taxa de juros.

3.2.6. Governo

Em termos de TERM-Biomas, considera-se que as decisões de consumo do governo são determinadas de forma política e não necessariamente são limitadas pela restrição orçamentária do governo. Dessa forma, não há uma teoria formal para o

consumo do governo no modelo, como em Sessa (2019). Assim, o consumo do governo é tipicamente exógeno, podendo estar associado ou não ao consumo das famílias ou à arrecadação de impostos (DOMINGUES, 2002). Formalmente e como apresentado por Sessa (2019), a Equação 7 e a Equação 8 descrevem a participação do governo, em cada região de TERM-Biomas.

$$x5_{c,s} = f5_{c,s} + f5_{tot} \quad (7)$$

$$f5_{tot} = x3_{tot} + f5_{tot2} \quad (8)$$

onde $x5_{c,s}$ é a variação percentual na demanda do governo pelo bem (em inglês, *commodity*) c de fonte s (doméstica ou importada) em cada região; $f5_{c,s}$ é um parâmetro de deslocamento, que permite alterações na composição da demanda do governo por *commodity* e fonte; $f5_{tot}$ e $f5_{tot2}$ são parâmetros de deslocamento que permitem alterações na demanda total do governo e $x3_{tot}$ é a demanda das famílias.

A partir do exposto na Equação 7 e na Equação 8, pode interpretar-se que, quando $f5_{tot2}$ é exógeno, $f5_{tot}$ fica endógeno e a demanda do governo segue o consumo das famílias. Se, por outro lado, $f5_{tot}$ for exógeno, toda a variação na demanda do governo se torna exógena e determinada pelo parâmetro de deslocamento $f5_{c,s}$.

3.2.7. Fatores

Com relação aos fatores capital e trabalho em TERM-Biomas, a apresentação já teve seu início na subseção sobre a dinâmica do investimento na formação do capital. Assim, deve-se recordar que, através de um processo de minimização de custos sujeito à estrutura de hierarquias da Figura 5, os “investidores” escolhem os insumos utilizados no processo de criação de capital. O investimento, como já mencionado, é uma categoria de uso da demanda final e o é justamente por ser o responsável pela produção de novas unidades de capital (formação bruta de capital fixo). Como bem colocado por Souza (2015), são as regras de acumulação de capital definidas no fechamento do modelo que determinarão, no fim das contas, o volume total de investimento e não tão somente aquele problema de minimização tratado na subseção 3.2.4 desta Tese.

Conforme já apresentado na Figura 2 da subseção 3.2.2, porém, dois agregados – um de fatores primários e outro de insumos intermediários – são exigidos proporcionalmente à produção da indústria ou setor (premissa de Leontief). O principal

agregado é um composto de capital, terra e trabalho, que é formado através de uma função de Elasticidade de Substituição Constante (em inglês, *Constant Elasticity of Substitution – CES*). Porém, como colocado por Horridge (2011), para simulações em estática comparativa e no horizonte de curto prazo, pode-se manter fixos os estoques de capital setoriais, ao mesmo tempo em que se permite que o trabalho seja totalmente móvel entre setores dentro de uma mesma região e parcialmente móvel entre as regiões. No caso em voga, porém, com um formato de modelo em dinâmica recursiva e outro em estática comparativa utilizando um fechamento de longo prazo, estoque de capital e trabalho ficam endógenos. No modo de operação em dinâmica recursiva do modelo, por exemplo, o estoque de capital e o investimento seguem regras estabelecidas de acumulação, como apontado na seção de investimento e estoque de capital.

Quanto ao trabalho em TERM-Biomass, na versão estática do modelo, o emprego nacional é considerado exógeno, não apresentando um sistema de ajuste temporal do mercado de trabalho. Ou seja, é adotada uma teoria para o mercado de trabalho mais simplificada para facilitar o procedimento computacional do modelo. Porém, na versão dinâmica, o mercado de trabalho regional e a relação entre emprego e salário é determinada conforme a função de oferta de trabalho regional, dada pela Equação 9.

$$xlab_{io}(d) = SIGMAMIG(d) * (averealwage(d) - natrealwage) + flabsup(d) + labslack \quad (9)$$

onde o valor unitário, 1, representa um valor de elasticidade. A Equação 9 seria, então, a equação da oferta de trabalho ou da migração inter-regional do trabalho no modelo. O mercado de trabalho regional, nesse caso, é endógeno.

3.2.8. Margens

A demanda por margens (comércio e transportes) é definida de forma proporcional aos fluxos de bens associados a cada categoria de margem. Além disso, tal demanda também considera variáveis de mudança tecnológica no uso de margem. Assim, o sistema composto pelas equações que vão desde a Equação 10 até a Equação 14 apresenta as demandas por margens (comércio e transporte) para cada um dos cinco usuários (produtores, investidores, famílias, exportações e governo).

$$x1mar_{c,s,i,m} = x1_{c,s,i} + a1mar_{c,s,i,m} \quad (10)$$

$$x2mar_{c,s,i,m} = x2_{c,s,i} + a2mar_{c,s,i,m} \quad (11)$$

$$x3mar_{c,s,m} = x3_{c,s} + a3mar_{c,s,m} \quad (12)$$

$$x4mar_{c,m} = x4_c + a4mar_{c,m} \quad (13)$$

$$x5mar_{c,s,m} = x5_{c,s} + a5mar_{c,s,m} \quad (14)$$

onde os indicadores de um a cinco são respectivamente relativos à demanda por insumos intermediários, bens de investimento, consumo das famílias, exportações e demanda do governo. Por sua vez, $x1mar_{c,s,i,m}$, $x2mar_{c,s,i,m}$, $x3mar_{c,s,m}$, $x4mar_{c,m}$ e $x5mar_{c,s,m}$ são as respectivas demandas pela margem m (de comércio ou de transporte) para cada um dos usuários; $x1_{c,s,i}$, $x2_{c,s,i}$, $x3_{c,s}$, $x4_c$ e $x5_{c,s}$ são as demandas de cada um desses usuários e as variáveis $a1mar_{c,s,i,m}$, $a2mar_{c,s,i,m}$, $a3mar_{c,s,m}$, $a4mar_{c,m}$ e $a5mar_{c,s,m}$ representam mudanças tecnológicas que tornam a utilização de margens para cada usuário mais ou menos eficiente.

A partir das equações apresentadas, então, fica claro como as demandas por margens (de comércio e de transporte) são proporcionais aos fluxos de bens aos quais as margens estão conectadas. Tal consideração é importante aqui, uma vez que os preços de compra para cada um dos grupos de usuários em cada região (produtores, investidores, famílias, exportadores e governo) são a soma dos valores básicos, dos impostos (diretos e indiretos) sobre vendas e das margens (de comércio e transporte), como posto em Magalhães (2011).

3.2.9. Outras especificações

O modelo opera com equações de equilíbrio de mercado para todos os bens consumidos localmente, tanto domésticos como importados. Os preços de compra para cada um dos grupos de uso (produtores, investidores, famílias, exportadores e governo) são a soma dos valores básicos, impostos (diretos e indiretos) sobre vendas e margens. Impostos sobre vendas são tratados como taxas *ad-valorem* sobre os fluxos básicos. Há equilíbrio de mercado para todos os bens, tanto domésticos como importados, assim como no mercado de fatores (terra, capital e trabalho) em cada região.

Além de todas as estruturas apresentadas nas subseções anteriores, TERM-Biomass ainda faz especificação para um conjunto de outras equações referentes ao cálculo dos agregados macroeconômicos e indicadores do banco de dados, os quais se mostram importantes para a compreensão e explicação dos resultados das simulações. Dentre

esses, cabe mencionar: i. Produto Interno Bruto (PIB) pelas óticas do dispêndio e da renda; ii. saldo comercial; iii. índices de preço do consumo das famílias, dos investimentos, das importações, das exportações e do PIB (com deflator implícito); iv. agregações de fatores primários (capital, trabalho e terra); v. decomposição das vendas (uso intermediário e final); e vi. decomposições do PIB (pelas óticas do dispêndio e da renda).

3.2.10. Simulações

A resultante da regionalização de The Enormous Regional Model (TERM) para os biomas presentes nas Unidades da Federação (UFs) brasileiras – TERM-Biomas – é utilizado para a simulação dos impactos de políticas de crédito tais como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e programas que envolvam aumento da produtividade agrícola, tal como almejado pelo Projeto Rural Sustentável (PRS), nos biomas brasileiros. Com um primeiro fechamento para o modelo, com uma abertura setorial para 18 setores, o cenário de política é aquele da inserção do crédito rural familiar via Pronaf. Já em um segundo fechamento para o modelo, com 76 setores, a política é, como indicado pelo PRS, geradora de aumento de produtividade (aqui, aumentos de 1%) nos setores de agricultura, pecuária, extração vegetal e silvicultura, tanto em suas partes familiares, como nas patronais. O intuito aqui é o de se analisar os impactos regionais de programas que já estão em funcionamento e de outros que têm expansão prevista.

Na simulação relativa ao Pronaf, foram utilizados explicitamente os dados de crédito rural disponibilizados pelo Banco Central do Brasil – BCB (BRASIL, 2019a), possibilitando avaliar os impactos da política sobre o setor agrário brasileiro. Quanto à segunda simulação, dada a ausência de estudos e dados ainda não consolidados sobre os aumentos de produtividade auferidos com a adesão ao PRS, a estratégia de simulação foi avaliar ganhos homogêneos em 1% sobre a produtividade agrícola para cada um dos cultivos agrícolas, permitindo construir matrizes de impacto por setor, bioma e tipo de produtor no país.

3.3. Base de dados

A base de dados de TERM-Biomas foi construída por meio de procedimento de regionalização a partir de um grande conjunto de dados nacionais e regionais. O procedimento se baseou na metodologia encontrada na última revisão (março de 2014) da edição de 2005-2006 do Orani-G (HORRIDGE, 2000) e já adaptada algumas vezes para o caso brasileiro em trabalhos (cf. SIMONATO, 2017 por exemplo) do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A base de dados principal parte da Matriz de Insumo-Produto (MIP) Nacional para 2015, estimada a partir das Tabelas de Recursos e Usos (TRU) disponibilizadas em novembro de 2017 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Seus resultados proporcionam uma visão detalhada da estrutura produtiva brasileira e permitem avaliar o grau de interligação setorial da economia e também os impactos de variações na demanda final dos produtos, mediante a identificação dos diversos fluxos de produção de bens e serviços (BRASIL, 2018b).

Diversos dados de participações regionais nos indicadores macroeconômicos – tais como o Produto Interno Bruto (PIB), investimento, consumo das famílias, gastos do governo, importações e exportações – foram utilizados no procedimento computacional de regionalização. A fim de obter as participações por região, foram utilizados dados de diversas fontes, mas buscando-se sempre dados o mais desagregados possível (nível municipal) para que pudesse se agregar para as regiões de TERM-Biomas, juntando os municípios presentes em uma mesma Unidade da Federação (UF) e bioma. O PIB, por exemplo, divulgado pelo IBGE, foi coletado ao nível municipal (incluindo a divisão entre PIB da agropecuária, indústria, serviços e administração pública). As informações referentes às exportações e às importações foram coletadas junto à Secretaria de Comércio Exterior (Secex), uma das secretarias do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio exterior (MDIC).

Para a abertura na produção da agropecuária e da extração vegetal em suas vertentes familiar e patronal, valeu-se de dados do Censo Agropecuário 2017 do IBGE (BRASIL, 2019b). A massa salarial (por setor de atividade e região) obtida por meio da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) 2018. O gasto familiar, por sua vez, foi desagregado a partir de informações de consumo da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2017-2018, disponibilizada pelo IBGE, dentre outros. O resultado final do procedimento é um modelo com 48 regiões as quais consideram os diferentes biomas dentro de uma mesma UF brasileira, com total consistência da base de dados com os dados oficiais das Contas Regionais, Censo Agropecuário, Contas Nacionais, MIP,

informações do IBGE; e Comércio Exterior (Secex), Produção Industrial (Pesquisa Industrial Anual – PIA) e Emprego (RAIS), sempre para o ano de 2018. As próximas subseções descrevem os principais elementos da base de dados resultante dos critérios e procedimentos de regionalização.

3.3.1. Método de regionalização

The Enormous Regional Model (TERM) regionalizado para os biomas presentes nas Unidades da Federação (UFs) brasileiras (TERM-Biomas) se diferencia de todos aqueles outros modelos brasileiros já mencionados nesta Tese, principalmente, na forma pela qual foi definida sua regionalização. Esta é uma questão importante pois, quando se trata de impactos do crédito rural familiar e da produtividade no campo, o bioma no qual se está localizado pode proporcionar efeitos extremamente heterogêneos quando se compara as diferentes regiões. Isso porque passa-se a levar em conta, mesmo que grosso modo via regionalização, questões de vegetação, pluviométricas, climáticas, de relevo, de temperatura, de litologia, de humidade do ar, de radiação, de tipo de solo, de vento, de composição atmosférica etc., ou seja, questões relativas às condições edafoclimáticas, para além de todas as variáveis geopolíticas e econômicas já contempladas por uma análise distinta por Unidade da Federação (UF). É inegável que a vocação (ou a não vocação) agrária de determinadas regiões, que em grande parte pode estar relacionada a sua condição edafoclimática, têm impactos importantes não somente sobre a produção rural regional, mas também sobre a representatividade e vulnerabilidade de sua população.

Diante do posto e tendo-se em vista o objetivo de compreender o processo de propagação regional dos efeitos presumidos positivos do crédito rural familiar e da produtividade agrária no Brasil, a seleção das regiões foi feita seguindo duas malhas geográficas principais. A mais agregada é a dos seis biomas brasileiros: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. A segunda é a das 27 UFs do Brasil. Como os limites geográficos dos biomas não respeitam as fronteiras estaduais, valeu-se de uma terceira malha geográfica; a dos 5.570 municípios brasileiros. Naqueles locais nos quais um município fosse “cortado” pela fronteira entre dois ou mais biomas, tal município foi considerado parte da base de dados para a região do bioma em sua UF na qual tivesse maior parcela de sua área presente. O Quadro 1 apresenta as 48 regiões resultantes desse processo de cruzamento de malhas cartográficas.

Quadro 1 – Regiões do modelo, segundo UF e bioma, TERM-Biomas.

Índice	Código	Descrição
1	RO_Amazonia	Amazônia em Rondônia
2	AC_Amazonia	Amazônia no Acre
3	AM_Amazonia	Amazônia no Amazonas
4	RR_Amazonia	Amazônia em Roraima
5	PA_Amazonia	Amazônia no Pará
6	AP_Amazonia	Amazônia no Amapá
7	TO_Amazonia	Amazônia no Tocantins
8	MA_Amazonia	Amazônia no Maranhão
9	MT_Amazonia	Amazônia em Mato Grosso
10	TO_Cerrado	Cerrado no Tocantins
11	MA_Cerrado	Cerrado no Maranhão
12	PI_Cerrado	Cerrado no Piauí
13	BA_Cerrado	Cerrado na Bahia
14	MG_Cerrado	Cerrado em Minas Gerais
15	SP_Cerrado	Cerrado em São Paulo
16	PR_Cerrado	Cerrado no Paraná
17	MS_Cerrado	Cerrado em Mato Grosso do Sul
18	MT_Cerrado	Cerrado em Mato Grosso
19	GO_Cerrado	Cerrado em Goiás
20	DF_Cerrado	Cerrado no Distrito Federal
21	MA_Caatinga	Caatinga no Maranhão
22	PI_Caatinga	Caatinga no Piauí
23	CE_Caatinga	Caatinga no Ceará
24	RN_Caatinga	Caatinga no Rio Grande do Norte
25	PB_Caatinga	Caatinga na Paraíba
26	PE_Caatinga	Caatinga em Pernambuco
27	AL_Caatinga	Caatinga em Alagoas
28	SE_Caatinga	Caatinga em Sergipe
29	BA_Caatinga	Caatinga na Bahia
30	MG_Caatinga	Caatinga em Minas Gerais
31	RN_MATlantic	Mata Atlântica no Rio Grande do Norte
32	PB_MATlantic	Mata Atlântica na Paraíba
33	PE_MATlantic	Mata Atlântica em Pernambuco
34	AL_MATlantic	Mata Atlântica em Alagoas
35	SE_MATlantic	Mata Atlântica em Sergipe
36	BA_MATlantic	Mata Atlântica na Bahia
37	MG_MATlantic	Mata Atlântica em Minas Gerais
38	ES_MATlantic	Mata Atlântica no Espírito Santo
39	RJ_MATlantic	Mata Atlântica no Rio de Janeiro
40	SP_MATlantic	Mata Atlântica em São Paulo
41	PR_MATlantic	Mata Atlântica no Paraná
42	SC_MATlantic	Mata Atlântica em Santa Catarina
43	RS_MATlantic	Mata Atlântica no Rio Grande do Sul
44	MS_MATlantic	Mata Atlântica em Mato Grosso do Sul
45	GO_MATlantic	Mata Atlântica em Goiás
46	RS_Pampa	Pampa no Rio Grande do Sul
47	MS_Pantanal	Pantanal em Mato Grosso do Sul
48	MT_Pantanal	Pantanal em Mato Grosso

Fonte: elaboração própria com base em TERM-Biomas.

Após a definição das 48 regiões consideradas em TERM-Biomass, prossegue-se com o procedimento operacional de geração da base de dados regionalizada, a qual é utilizada para as simulações. O resumo dos dados necessários para o procedimento está ilustrado na Tabela 2.

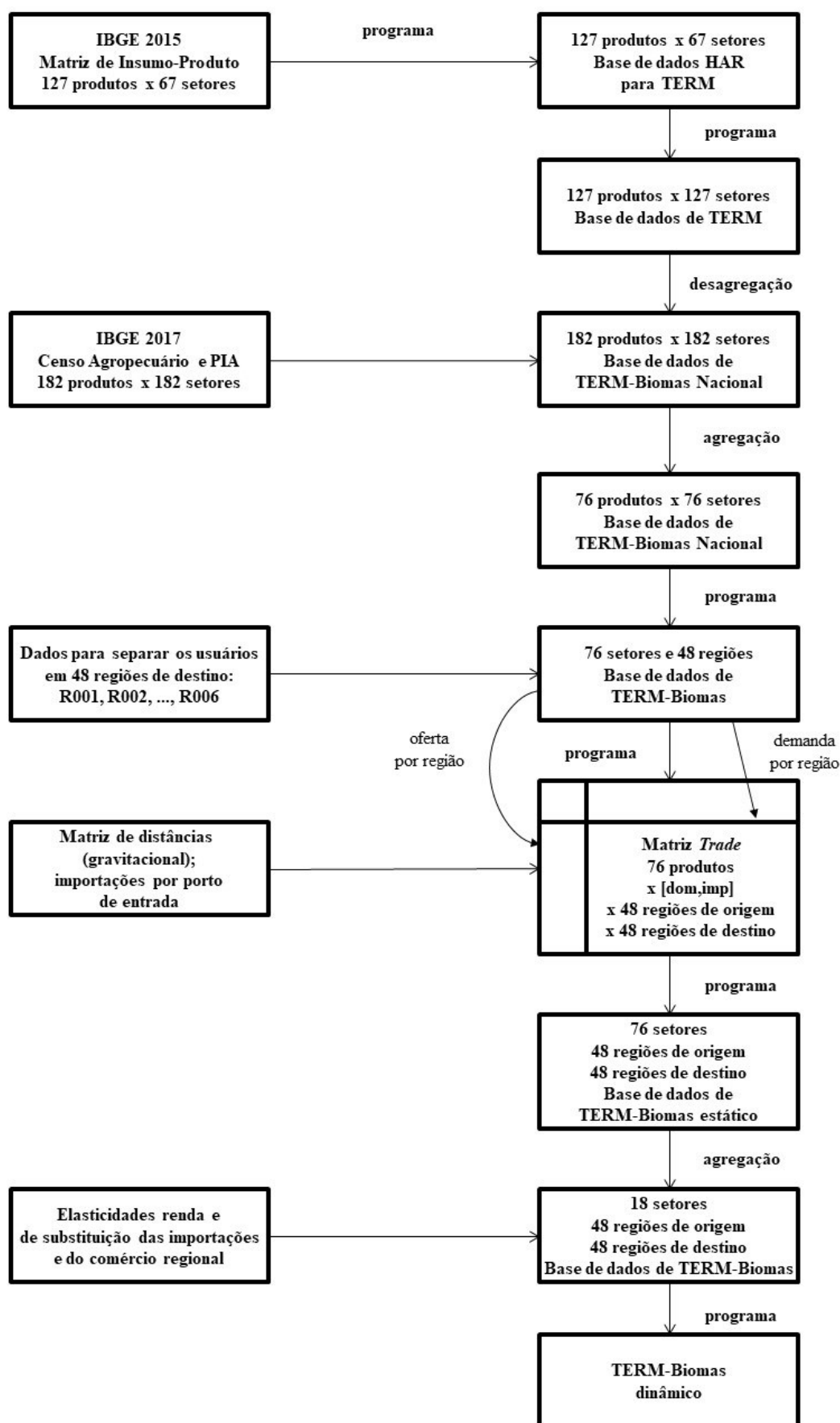
Tabela 2 – Principais dados utilizados na regionalização, segundo fonte, TERM-Biomass.

Descrição	Fonte
Matriz de Insumo-Produto	IBGE
Participação regional da produção	IBGE, RAIS
Participação regional do investimento	RAIS
Participação regional do consumo das famílias	POF, IBGE
Participação regional das exportações por porto de saída	Secex
Participação regional do consumo do governo	IBGE
Participação regional da variação de estoque	RAIS
Participação regional das importações por porto de entrada	Secex
População regional	IBGE
Distância entre as regiões	CARVALHO <i>et al.</i> , 2016
Elasticidade de substituição das importações	KUME; PIANI, 2011
Elasticidade de substituição do comércio regional	FARIA; HADDAD, 2014
Elasticidade renda	HOFFMANN, 2010

Fonte: elaboração própria com base em Simonato (2017).

O resumo do procedimento pode ser ilustrado como se segue. A Figura 6 é baseada em Simonato (2017), o qual mostra o procedimento de regionalização que, aqui nesta Tese, é ampliado através das inclusões da abertura de produtos e setores agrários em familiares e patronais.

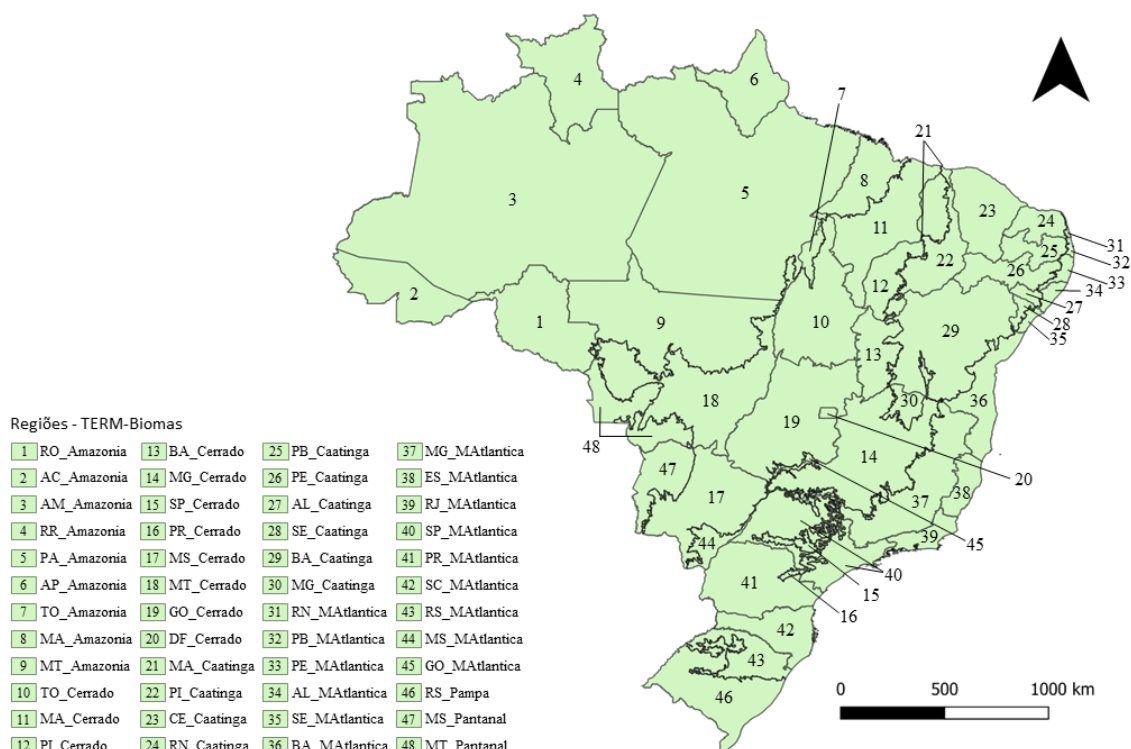
Deve-se notar ainda, na Figura 6, o já posto anteriormente sobre as duas diferentes formas do modelo TERM-Biomass utilizadas nesta Tese. Apesar de a regionalização ser a mesma (descrita na Figura 6), utilizou-se para as simulações sobre o crédito rural familiar o modelo em dinâmica recursiva (modo de operação e fechamento 1) – mais agregado em termos setoriais a título de facilitação computacional –, com 18 setores, e o modelo em estática comparativa (modo de operação e fechamento 2), com 76 setores, para as simulações sobre a produtividade rural. Tais diferentes agregações setoriais serão tratadas mais profundamente na subseção que se segue.



Fonte: elaboração própria com base em Simonato (2017) e Horridge (2011).

Figura 6 – Resumo do procedimento de regionalização, TERM-Biomass.

Em resumo, TERM-Biomas é desagregado para as 48 regiões resultantes do cruzamento das malhas geográficas das UFs e dos biomas brasileiros (Figura 7). Antes de apresentar e justificar as agregações setoriais utilizadas, além de mapas com alguns indicadores da base de dados, então, a Figura 7 traz um mapa ilustrando onde está localizada geograficamente cada região de TERM-Biomas.



Fonte: elaboração própria a partir dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE – (BRASIL, 2004).

Figura 7 – Localização geográfica, segundo região do modelo, Brasil, 2004.

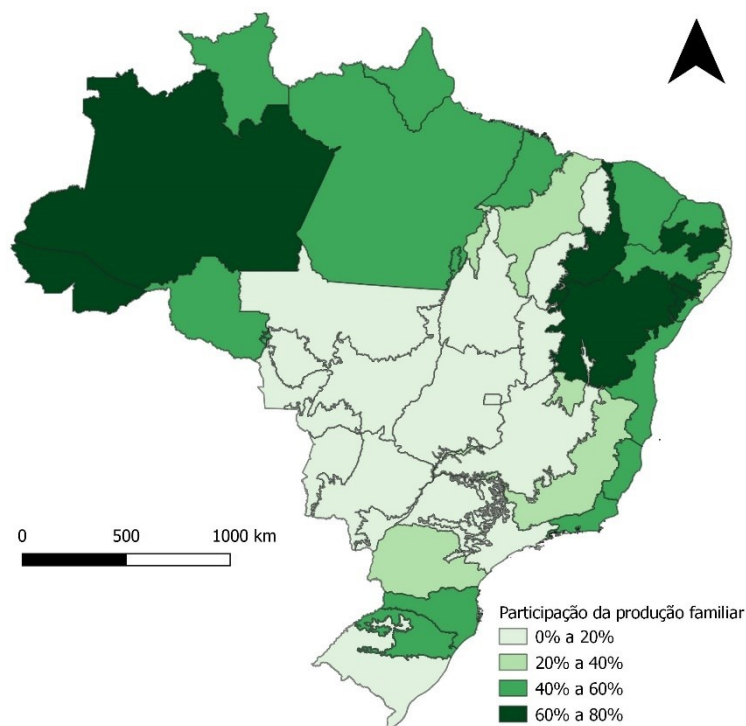
Na Figura 7, é possível identificar onde estão, por exemplo, as distintas regiões, dentro do estado de Minas Gerais (MG), de Cerrado (Região 14) e de Mata Atlântica (Região 37). Por meio de tal desagregação regional, além da desagregação setorial utilizada, o modelo permite analisar políticas e eventos econômicos relacionados aos diferentes biomas presentes em uma mesma UF. Desse modo, o objetivo aqui é o de se capturar como estes eventos podem afetar tais biomas em termos setoriais, regionais e macroeconômicos a exemplo do realizado por Souza *et al.* (2015).

3.3.2. Agregação setorial

Após a descrição do procedimento de construção da base de dados e do método de regionalização da mesma, cabe aqui um relato sobre as agregações e desagregações setoriais realizadas em TERM-Biomass. Em meados da década de 1990, Guilhoto (1995) já alertava para os perigos de se agregar setores em excesso, comprometendo a capacidade de identificação de efeitos relevantes nos resultados, e de se desagregar setores em excesso, o que pode comprometer a capacidade computacional das simulações. A partir de tal consideração, a estratégia adotada foi priorizar a abertura dos setores rurais (desagregação dentro da agregação da passagem dos 127 – cento e vinte e sete – setores de TERM para os 76 – setenta e seis – de TERM-Biomass) em suas tipologias familiar e patronal na composição da atividade produtiva das regiões desagregadas, conforme explicitado na subseção anterior, em TERM-Biomass (cf. Figura 6).

Para a desagregação dos setores agrários em familiar e patronal, utilizou-se os dados do Censo Agropecuário 2017 (BRASIL, 2019b). Tendo-se os dados sobre a produção desagregados em familiar e patronal e uma vez que o choque no crédito rural nesta simulação se dá somente sobre os três setores familiares (Agricultura Familiar, Pecuária Familiar, e Silvicultura e Extração Vegetal Familiar) do modelo em dinâmica recursiva, com 18 setores, alterando diretamente a produção desses setores (efeito representado via elevação na variável “xtot” para cada um deles), torna-se interessante uma análise sobre a produção familiar regional (Figura 8). É certo que, após o choque e seus respectivos ajustes sobre a produção, o modelo apresenta os efeitos por toda a estrutura produtiva regional, considerando as relações inter-regionais, conforme explicitado mais adiante.

Pode-se observar a proeminência da Amazônia e da Caatinga, em especial nos seguintes estados (na ordem): Amazonas (AM), Sergipe (SE), Maranhão (MA), Paraíba (PB), Piauí (PI), Alagoas (AL), Acre (AC) e Bahia (BA). Isso quando se compara, dentre toda a produção agrária da região de TERM-Biomass, as participações familiares e patronais (Figura 8).



Fonte: elaboração própria a partir dos dados do Censo Agropecuário 2017 (BRASIL, 2019b).

Obs.: Produção rural familiar contempla os setores de agricultura, pecuária, extração vegetal e silvicultura.

Figura 8 – Participação da produção rural familiar na região, segundo região do modelo, Brasil, 2015.

Por outro lado, ao se recorrer a um modelo de dinâmica recursiva para as simulações quanto aos impactos do crédito rural familiar, procedeu-se nova agregação setorial. As duas versões se fazem necessárias, pois a versão estática para capturar o impacto isolado e final de variações em 1% da produtividade, de forma a criar matrizes de impacto para cada setor agrário de forma mais detalhada possível. Por isso, a maior desagregação dos setores. E, no caso da versão dinâmica, o objetivo foi simular os resultados da expansão do crédito rural concedido via Pronaf na economia, onde as informações sobre crédito são mais agregadas, e, daí, a menor desagregação (Quadro 2). Assim, na versão do modelo em dinâmica recursiva, é possível acompanhar não só o resultado final, mas a trajetória das variáveis a um novo equilíbrio e discutir os resultados ano a ano da concessão do crédito. Estas seriam as justificativas da utilização das duas versões. Passou-se dos 76 setores do modelo em estática comparativa (para as simulações quanto ao aumento de produtividade no campo) para os 18 setores do modelo dinâmico. Outro objetivo, aqui, foi o de se cuidar do não comprometimento da capacidade

computacional de solução de TERM-Biomas em dinâmica recursiva. Os resultados de tais seleções são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Setores de TERM-Biomas, segundo modelo, Brasil.

Modelo em dinâmica recursiva			
Setores	Descrição	Setores	Descrição
1 AgricFam	Agricultura Familiar	10 DefAgrDesinf	Defensivos Agrícolas e Desinfetantes Domissanitários
2 AgricPatr	Agricultura Patronal	11 OutIndTransf	Outras Indústrias de Transformação
3 PecuFam	Pecuária Familiar	12 ServIndUtPub	Serviços Industriais de Utilidade Pública
4 PecuPatr	Pecuária Patronal	13 ConstrCivil	Construção Civil
5 SilvExtVeFam	Silvicultura e Extração Vegetal Familiar	14 ComAtaVar	Comércio Atacadista e Varejista
6 SilvExtVePat	Silvicultura e Extração Vegetal Patronal	15 TranspCarga	Transporte de Carga
7 PescAquic	Pesca e Aquicultura	16 TranspOut	Outros Transportes
8 ExtrMiner	Extração Mineral	17 OutServicos	Outros Serviços
9 AduboFert	Adubo e Fertilizantes	18 AdmPub	Administração Pública
Modelo em estática comparativa			
Setores	Descrição	Setores	Descrição
1 ArrozFam	Arroz Familiar	39 CajuCastFam	Castanha de Caju Familiar
2 ArrozPatr	Arroz Patronal	40 CajuCastPatr	Castanha de Caju Patronal
3 TrigoCerFam	Trigo e Outros Cereais Familiar	41 GuaranaFam	Guaraná Familiar
4 TrigoCerPatr	Trigo e Outros Cereais Patronal	42 GuaranaPatr	Guaraná Patronal
5 MilhoGraoFam	Milho em Grão Familiar	43 UvaVouSFam	Uva para Vinho e para Suco Familiar
6 MilhoGraoPat	Milho em Grão Patronal	44 UvaVouSPatr	Uva para Vinho e para Suco Patronal
7 AlgFibTempFa	Algodão Herbáceo e Outras Fibras de Lavoura Temporária Familiar	45 OutTemporFam	Outros de Lavoura Temporária Familiar
8 AlgFibTempPa	Algodão Herbáceo e Outras Fibras de Lavoura Temporária Patronal	46 OutTemporPat	Outros de Lavoura Temporária Patronal
9 CanadeacuFam	Cada-de-açúcar Familiar	47 LaranjaFam	Laranja Familiar
10 CanadeacuPat	Cada-de-açúcar Patronal	48 LaranjaPatr	Laranja Patronal
11 SojaGraoFam	Soja em Grão Familiar	49 CafeGraoFam	Café em Grão Familiar
12 SojaGraoPatr	Soja em Grão Patronal	50 CafeGraoPatr	Café em Grão Patronal
13 MandiocaFam	Mandioca Familiar	51 OutPermanFam	Outros de Lavoura Permanente Familiar
14 MandiocaPatr	Mandioca Patronal	52 OutPermanPat	Outros de Lavoura Permanente Patronal
15 FumoFolhFam	Fumo em Folha Familiar	53 BovOutAniFam	Bovinos e Outros Animais Familiar
16 FumoFolhPatr	Fumo em Folha Patronal	54 BovOutAniPat	Bovinos e Outros Animais Patronal
17 AlgArbFam	Algodão Arbóreo Familiar	55 LeitVaOutFam	Leite de Vaca e de Outros Animais Familiar
18 AlgArbPatr	Algodão Arbóreo Patronal	56 LeitVaOutPat	Leite de Vaca e de Outros Animais Patronal
19 FrutCitrFam	Outras Frutas Cítricas Familiar	57 SuinosFam	Suíños Familiar
20 FrutCitrPatr	Outras Frutas Cítricas Patronal	58 SuinosPatr	Suíños Patronal
21 TomateFam	Tomate Familiar	59 AveOvoFam	Aves e Ovos Familiar
22 TomatePatr	Tomate Patronal	60 AveOvoPatr	Aves e Ovos Patronal
23 BatataIngFam	Batata Inglesa Familiar	61 SilvicaFam	Silvicultura Familiar

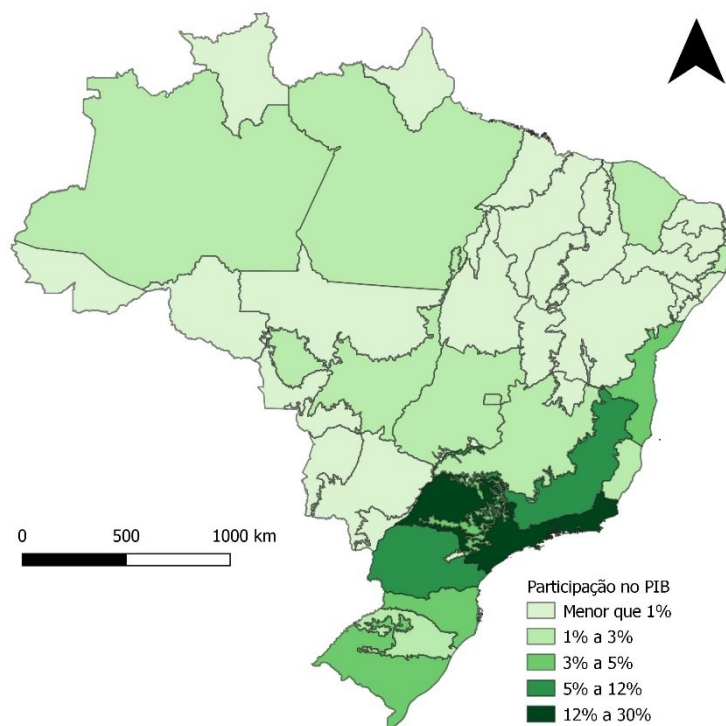
24	BatataIngPat	Batata Inglesa Patronal	62	SilvicPatr	Silvicultura Patronal
25	CebolaFam	Cebola Familiar	63	ExtrVegFam	Extração Vegetal Familiar
26	CebolaPatr	Cebola Patronal	64	ExtrVegPatr	Extração Vegetal Patronal
27	AmendoimFam	Amendoim Familiar	65	PescAgric	Pesca e Aquicultura
28	AmendoimPatr	Amendoim Patronal	66	ExtrMiner	Extração Mineral
29	AbacaxiFam	Abacaxi Familiar	67	AduboFert	Adubo e Fertilizantes
30	AbacaxiPatr	Abacaxi Patronal	68	DefAgrDesinf	Defensivos Agrícolas e Desinfetantes Domissanitários
31	BananaFam	Banana Familiar	69	OutIndTransf	Outras Indústrias de Transformação
32	BananaPatr	Banana Patronal	70	ServIndUtPub	Serviços Industriais de Utilidade Pública
33	FeijaoGraoFa	Feijão em Grão Familiar	71	ConstrCivil	Construção Civil
34	FeijaoGraoPa	Feijão em Grão Patronal	72	ComAtaVar	Comércio Atacadista e Varejista
35	AcaiFam	Açaí Familiar	73	TranspCarga	Transporte de Carga
36	AcaiPatr	Açaí Patronal	74	TranspOut	Outros Transportes
37	CacauFam	Cacau Familiar	75	OutServicos	Outros Serviços
38	CacauPatr	Cacau Patronal	76	AdmPub	Administração Pública

Fonte: elaboração própria a partir da base de dados de TERM-Biomas.

Os setores rurais são seis no formato do modelo em dinâmica recursiva, com 18 setores (Quadro 2): i. Agricultura Familiar; ii. Agricultura Patronal; iii. Pecuária Familiar; iv. Pecuária Patronal; v. Silvicultura e Extração Vegetal Familiar; e vi. Silvicultura e Extração Vegetal Patronal. Esses seis setores são uma agregação dos 64 setores rurais do modelo em estática comparativa, com 76 setores, conforme pode ser observado na Figura 6 da subseção anterior.

3.3.3. Indicadores da base de dados

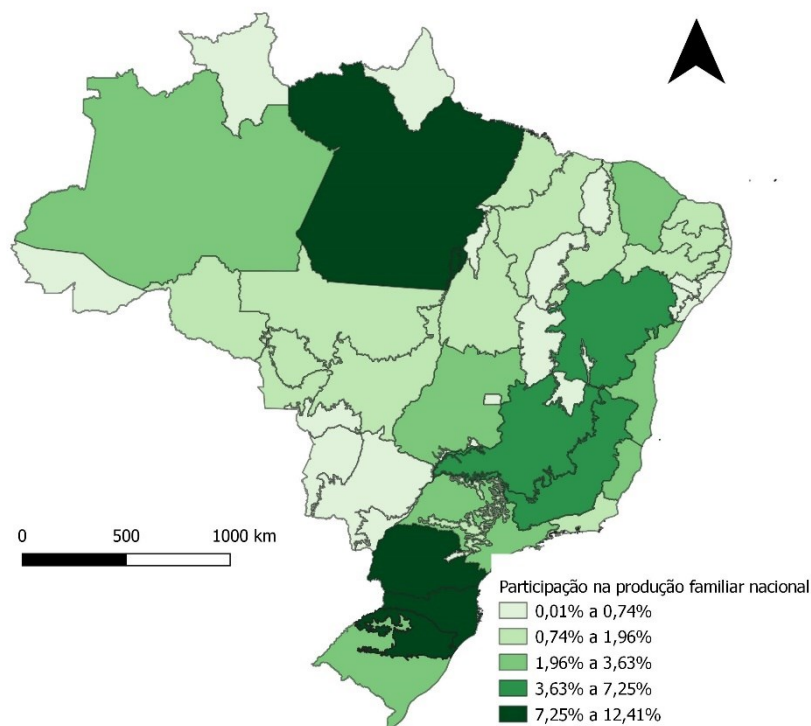
Esta seção visa analisar descritivamente alguns indicadores da base de dados do modelo TERM-Biomas, notadamente no que se refere às regiões e aos setores agrários. A participação do Produto Interno Bruto (PIB) das regiões em relação ao PIB nacional segue na Figura 9.



Fonte: elaboração própria a partir da base de dados de TERM-Biomas.

Figura 9 – Participação no PIB nacional, segundo região do modelo, Brasil, 2015.

Pode-se notar, conforme esperado, a clara concentração do PIB nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, atrelado a menor participação espacialmente localizada na região Nordeste, com a exceção do sul da Bahia (BA). Uma vez que a participação familiar na produção regional já foi apresentada na subseção anterior (Figura 8), é interessante se comparar, agora, as participações, dentre toda a produção agrária familiar nacional, relativas às diferentes regiões de TERM-Biomas (Figura 10).



Fonte: elaboração própria a partir dos dados do Censo Agropecuário 2017 (BRASIL, 2019b).

Figura 10 – Participação da produção rural familiar regional na nacional, segundo região do modelo, Brasil, 2015.

Quando se analisa a participação regional na produção rural familiar nacional (Figura 10), porém, o comportamento é diverso do encontrado na análise da participação familiar na região (Figura 8). Na Figura 10, pode-se observar a produção agrária familiar de cada região do modelo com relação a toda a produção agrária familiar do país (complementar às produções agrárias familiares das demais regiões do modelo). Àquela outra oportunidade (Figura 8), a título de justificativa da distinção entre produtores rurais familiares e patronais, pôde-se observar a produção agrária familiar de cada região do modelo com relação a toda a produção agrária da região (complementar à produção agrária patronal da região). Aqui, a proeminência é da Mata Atlântica na região Sul do Brasil acompanhada da Amazônia paraense como importantes produtoras agrárias familiares. Em um segundo patamar de produção familiar encontram-se a Mata Atlântica e o Cerrado mineiros e a Caatinga baiana. Espera-se, então, que as regiões destacadas tanto na Figura 8 quanto na Figura 10 sejam afetadas de forma mais significativa dados os recursos disponibilizados a agricultores familiares, como é o caso do Pronaf.

A participação da remuneração dos fatores de produção (capital e trabalho) no PIB em cada região pode ser visualizada na Tabela 3. A distinção entre os setores familiares e patronais é considerada.

Tabela 3 – Capital e trabalho, segundo setor do modelo dinâmico, TERM-Biomass.

Setor	Capital	Trabalho
Agricultura Familiar	37%	63%
Agricultura Patronal	74%	26%
Pecuária Familiar	7%	93%
Pecuária Patronal	39%	61%
Silvicultura e Extração Vegetal Familiar	54%	46%
Silvicultura e Extração Vegetal Patronal	91%	9%

Fonte: elaboração própria a partir da base de dados de TERM-Biomass.

A Tabela 3 mostra a predominância da utilização de capital nos setores patronais em relação aos familiares, com exceção da pecuária patronal, cujo uso do fator trabalho representa 61% da remuneração dos fatores. No setor de Silvicultura e Extração Vegetal, a participação do capital é relativamente mais intensa também no tipo de produtor familiar, embora ainda abaixo da participação do capital do mesmo setor patronal, que passa dos 90% (Tabela 3).

Por fim, a Tabela 4 traz o valor da participação dos setores agrários nas regiões. Esta tabela é produto da matriz de produção no banco de dados do modelo.

Quando se analisa a participação da produção dos setores de agricultura, pecuária, extração vegetal e silvicultura na produção regional, a agricultura patronal do Cerrado baiano, da Amazônia e do Cerrado mato-grossense, da Caatinga mineira e da Mata Atlântica sul mato-grossense e goiana se destacam (Tabela 4). Além desses destaques, também a pecuária patronal tocantinense apresentou preponderância na produção regional, conforme também se percebe na Tabela 4.

Tabela 4 – Participação dos setores agrários na produção total, segundo região do modelo dinâmico, TERM-Biomass.

Região	Setor					
	Agricultura Familiar	Agricultura Patronal	Pecuária Familiar	Pecuária Patronal	Silvicultura e Extração Vegetal Familiar	Silvicultura e Extração Vegetal Patronal
RO_Amazonia	0,89%	1,95%	2,82%	2,63%	0,03%	0,06%
AC_Amazonia	2,10%	0,28%	1,55%	1,87%	0,30%	0,07%
AM_Amazonia	1,68%	0,39%	0,81%	0,48%	0,25%	0,05%
RR_Amazonia	1,37%	1,53%	0,76%	1,02%	0,21%	0,02%
PA_Amazonia	2,37%	1,47%	1,29%	2,09%	0,74%	0,39%
AP_Amazonia	0,93%	0,27%	1,92%	2,63%	0,59%	0,16%
TO_Amazonia	3,38%	3,43%	8,90%	25,91%	0,02%	0,26%
MA_Amazonia	0,42%	0,48%	0,86%	1,06%	0,19%	0,16%
MT_Amazonia	0,86%	29,55%	2,66%	5,90%	0,16%	0,57%
TO_Cerrado	0,95%	8,00%	1,39%	2,54%	0,07%	0,08%
MA_Cerrado	1,97%	9,56%	1,95%	2,05%	0,63%	0,36%
PI_Cerrado	0,19%	5,88%	0,30%	0,37%	0,04%	0,05%
BA_Cerrado	0,67%	43,48%	1,50%	2,39%	0,19%	0,11%
MG_Cerrado	1,11%	8,06%	1,19%	2,50%	0,07%	0,58%
SP_Cerrado	0,26%	4,37%	0,13%	0,56%	0,01%	0,17%
PR_Cerrado	0,39%	8,66%	1,92%	3,76%	0,30%	8,45%
MS_Cerrado	0,23%	9,97%	0,57%	4,09%	0,00%	1,02%
MT_Cerrado	0,28%	20,98%	0,49%	2,42%	0,01%	0,12%
GO_Cerrado	0,24%	7,70%	0,85%	2,47%	0,01%	0,09%
DF_Cerrado	0,01%	0,17%	0,01%	0,10%	0,00%	0,01%
MA_Caatinga	3,81%	1,72%	4,91%	2,18%	0,11%	0,19%
PI_Caatinga	4,49%	3,45%	9,29%	3,70%	1,14%	0,60%
CE_Caatinga	0,94%	0,66%	0,74%	0,97%	0,19%	0,07%
RN_Caatinga	1,38%	2,12%	1,71%	1,48%	0,09%	0,03%
PB_Caatinga	2,27%	0,88%	3,80%	2,28%	0,28%	0,08%
PE_Caatinga	2,41%	2,89%	4,67%	3,51%	0,06%	0,08%
AL_Caatinga	2,83%	1,02%	3,78%	2,68%	0,08%	0,03%
SE_Caatinga	4,58%	1,98%	8,58%	3,77%	0,01%	0,00%
BA_Caatinga	6,50%	4,80%	6,04%	2,65%	0,89%	0,21%
MG_Caatinga	7,55%	18,08%	4,21%	4,80%	0,11%	0,06%
RN_MATlantic	0,05%	0,14%	0,04%	0,09%	0,00%	0,00%
PB_MATlantic	0,44%	0,94%	0,07%	0,12%	0,00%	0,00%
PE_MATlantic	0,22%	0,52%	0,19%	0,22%	0,00%	0,00%
AL_MATlantic	0,58%	2,24%	0,20%	0,34%	0,00%	0,00%
SE_MATlantic	0,47%	0,38%	0,38%	0,42%	0,03%	0,01%
BA_MATlantic	0,71%	0,69%	0,18%	0,45%	0,01%	0,15%
MG_MATlantic	0,73%	1,38%	0,41%	0,78%	0,03%	0,14%
ES_MATlantic	1,84%	1,58%	0,29%	1,07%	0,06%	0,13%
RJ_MATlantic	0,06%	0,04%	0,04%	0,09%	0,00%	0,00%
SP_MATlantic	0,07%	0,61%	0,06%	0,22%	0,01%	0,03%
PR_MATlantic	1,02%	3,44%	0,64%	1,01%	0,07%	0,51%
SC_MATlantic	1,38%	0,98%	0,84%	0,63%	0,09%	0,59%
RS_MATlantic	3,31%	4,25%	1,84%	1,18%	0,16%	0,12%
MS_MATlantic	0,89%	20,42%	1,06%	3,81%	0,01%	0,04%
GO_MATlantic	0,15%	19,63%	0,73%	9,47%	0,00%	0,00%
RS_Pampa	0,68%	3,73%	0,33%	0,89%	0,06%	0,30%
MS_Pantanal	0,59%	1,54%	0,54%	9,17%	0,00%	0,05%
MT_Pantanal	0,74%	4,79%	2,60%	10,63%	0,34%	0,92%

Fonte: elaboração própria a partir da base de dados de TERM-Biomass.

3.4. Fechamentos, cenários e choques

Modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) compõem-se por sistemas de equações, nos quais o número de variáveis (incógnitas) é maior que o número de equações. Assim, faz-se necessária a definição prévia de parte das variáveis do modelo como exógenas, para solução do modelo. O fechamento do modelo, então, nada mais é do que o procedimento de definição sobre quais serão as variáveis endógenas e quais serão as exógenas. Conforme destacado por Sessa (2019), tal escolha não é aleatória, mas depende da visão teórica que se deseja aplicar ao modelo, além de envolver o horizonte temporal hipotético das simulações, o qual se relaciona ao tempo necessário para a alteração das variáveis endógenas rumo ao novo equilíbrio.

As estratégias de simulação envolvem choques com base no crédito rural familiar e na produtividade agrária para analisar efeitos sobre produto, emprego e renda/consumo das famílias. Além disso, outra dimensão visa avaliar os impactos setoriais e regionais, ou seja, regiões e setores mais e menos beneficiados pelas políticas. Neste caso, os impactos de uma série de elementos que envolvem a estrutura teórica do modelo, e notadamente a composição da estrutura produtiva das regiões e setores.

O fechamento utilizado em cada modo de operação do modelo é apresentado com maiores detalhes nas subseções a seguir. Além disso, cabe mencionar que, após a implementação e calibragem das variáveis exógenas, um teste foi efetuado, tanto no modelo dinâmico quanto no modelo estático, para checar possíveis erros computacionais e de balanceamento do banco de dados. Um teste de homogeneidade foi implementado e, dada a estrutura teórica desses modelos, homogêneos de grau zero para alterações do numerário, consistiu em aplicar um choque de 10% no numerário do modelo (a taxa de câmbio “natphi”) e em analisar seus impactos. O resultado esperado é que todas as variáveis nominais cresçam em 10%, e que todas as variáveis reais (quantidades) não se alterem. Ambos os modelos apresentaram comportamento como o esperado durante este teste.

3.4.1. Fechamento e estratégia de simulação em dinâmica recursiva

O modelo TERM-Biomass no modo de operação em dinâmica recursiva visa analisar os efeitos da concessão do crédito rural do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e avaliar, ano a ano, a trajetória dos principais

indicadores macroeconômicos, setoriais e regionais. Os elementos dinâmicos incorporados são similares ao do modelo Monash (DIXON; RIMMER, 2002), quais sejam: i. equações explicando o ajuste regional do mercado de trabalho; ii. equações relacionando o investimento ao capital em simulações ano a ano; iii. equações explicando a relação entre o crescimento do capital ano a ano e as expectativas de taxa de retorno, e equações que facilitam as projeções e as simulações dinâmicas de uma determinada política; e iv. dados regionais para as relações investimento por capital dos setores, para as taxas de retorno setoriais e para os parâmetros de ajuste dinâmico (CENTRE OF POLICY STUDIES, [ca. 2018c]).

Os mecanismos de dinâmica recursiva permitem a utilização explicitamente temporal do modelo. As variáveis endógenas se ajustam ao longo do período de análise após os choques iniciais, tanto no cenário base (ou cenário de referência) quanto no cenário de política, que inclui choques específicos das simulações. O cenário base representa a evolução tendencial da economia, ou seja, é o cenário que tenta reproduzir a trajetória da economia sem os choques implementados, e deve refletir, tanto quanto possível, as mudanças projetadas na economia brasileira ao longo do período de estudo. A elaboração de um cenário base ou contrafactual é um componente importante numa simulação quando se utiliza um modelo dinâmico (ADAMS; PARMENTER, 2000). Tal construção possibilita visualizar duas trajetórias para cada variável de interesse: uma trajetória que mostra como a variável iria mudar ao longo do tempo não considerando a questão que se deseja estudar; e a trajetória de como a variável se comportaria com a política em vigor.

A diferença entre essas trajetórias (cenário base e o cenário com o choque de política – cenário de política) representa o efeito adicional do crédito rural na economia. Normalmente, essas diferenças são acumuladas ao longo do período de análise para ilustrar o impacto sobre determinada variável.

As simulações de cenário base utilizam um fechamento (escolha de variáveis) conhecido como “histórico”, em que os indicadores macroeconômicos representam os choques e variáveis naturalmente exógenas (como produtividade e participação do consumo na renda) tornam-se endógenas. Assim o modelo calcula o valor das variáveis endógenas que gera o cenário base, e o passo seguinte é adotar essas como exógenas e computar o cenário efetivamente. O fechamento de política, por sua vez, inclui os choques referentes aos valores concedidos pelo Pronaf, que incidiu sobre a variável de produção,

produtividade do trabalho e estoque de capital setoriais. A relação de variáveis desses fechamentos encontra-se na seção Anexo desta Tese (Tabela A.1).

Para a construção do vetor de choque de crédito na agropecuária, extração vegetal e silvicultura familiar do modelo com 18 setores, foram utilizados dados de crédito rural disponibilizados pelo Banco Central do Brasil – BCB (BRASIL, 2019a). Através do Relatório de Crédito Rural (Contratações) da Matriz de Dados do Crédito Rural, produzida e divulgada pelo BCB (BRASIL, 2019a), teve-se acesso aos dados sobre as contratações de crédito pelo Pronaf, em quantidade e valor dos contratos. Foram coletados os dados municipais referentes a todos os subprogramas do Pronaf no período que vai do ano de 2016 a 2019. Devido ao enorme volume de dados, apresenta-se na seção de Anexo deste documento tais dados regionalizados (Tabela A.2). A intenção aqui, porém, é a de se chegar ao valor de todo o crédito rural via Pronaf, tanto para a agricultura quanto para a pecuária, por município brasileiro dentro do período de interesse.

Após realizados os cálculos que agregaram os municípios dentro de cada uma das regiões do modelo dinâmico, com 18 setores, as quais consideram os diferentes biomas dentro de cada Unidade da Federação (UF) brasileira, construiu-se, então, um vetor representativo da proporção do financiamento via Pronaf com relação à produção agrária familiar anual no Brasil (Tabela 5). A unidade de observação deste vetor de choque é a nível regional²⁵. Neste computo, elimina-se os dados da produção que não da agropecuária, silvicultura e extração vegetal familiares. Isso porque o Pronaf, nos seus mais variados subprogramas, somente permite concessões de crédito rural e a produtores familiares. A Tabela 5, então, apresenta o resultado da análise de dados ora considerada.

²⁵ É importante ressaltar que os valores de crédito rural familiar utilizados sobre as variáveis de produção, produtividade do trabalho e estoque de capital setoriais não são descontados das rubricas do governo, nem representa transferências através de uma Matriz de Contabilidade Social por exemplo, o que é uma das oportunidades de estudo futuro.

Tabela 5 – Produção e financiamento familiares, segundo região do modelo, Brasil, 2015 e janeiro de 2016 a setembro de 2019.

Região	Produção agrária familiar (ano base, 2015)	Pronaf 2016	Pronaf 2017	Pronaf 2018	Pronaf 2019 (jan.-set.)	Financ. / produção familiar anual (%)
RO_Amazonia	2.288.615,74	807.563,40	949.860,61	924.108,47	637.765,01	23,18
AC_Amazonia	697.052,93	125.463,43	126.293,91	110.009,16	83.077,90	12,02
AM_Amazonia	3.046.785,61	25.347,73	33.858,38	21.763,01	12.229,85	0,69
RR_Amazonia	312.740,27	52.500,97	33.631,52	38.233,10	24.030,99	9,32
PA_Amazonia	8.477.790,41	270.175,15	238.797,73	301.685,51	252.859,09	2,69
AP_Amazonia	612.735,99	13.590,05	10.125,72	12.745,32	12.665,12	1,74
TO_Amazonia	170.728,60	49.925,19	23.714,80	18.682,65	10.001,07	11,53
MA_Amazonia	962.887,43	190.013,58	97.677,96	180.925,63	120.210,17	11,52
MT_Amazonia	2.075.072,45	621.867,79	598.547,77	721.728,38	415.349,05	19,22
TO_Cerrado	981.762,56	145.971,80	107.302,55	80.678,33	54.218,60	7,97
MA_Cerrado	1.251.036,48	230.770,09	157.606,82	248.466,03	191.594,37	12,31
PI_Cerrado	261.760,37	43.933,10	29.553,84	62.408,98	40.901,28	12,48
BA_Cerrado	483.597,88	69.041,35	56.159,53	94.180,66	64.759,31	11,10
MG_Cerrado	5.886.916,67	970.027,73	842.825,96	985.701,41	605.866,91	11,03
SP_Cerrado	1.843.337,42	208.815,07	146.702,72	175.084,01	96.075,53	6,91
PR_Cerrado	123.264,54	11.219,09	8.709,41	11.239,17	6.546,49	6,26
MS_Cerrado	777.827,63	85.351,42	74.270,02	88.783,24	60.551,11	7,92
MT_Cerrado	1.061.481,99	247.453,38	215.382,30	217.907,44	110.740,66	13,74
GO_Cerrado	3.096.589,06	577.218,88	553.718,70	625.419,88	386.785,36	12,85
DF_Cerrado	74.030,81	3.521,10	4.480,92	2.905,07	1.026,11	3,49
MA_Caatinga	12.993,61	5.594,91	5.345,83	8.162,80	5.823,63	28,28
PI_Caatinga	1.890.144,76	260.760,58	157.947,89	345.474,45	239.491,73	10,15
CE_Caatinga	3.869.616,24	499.678,48	253.172,28	474.591,59	385.754,24	8,22
RN_Caatinga	1.191.288,88	177.359,08	162.342,46	207.397,83	147.681,09	11,07
PB_Caatinga	1.765.892,01	278.420,09	209.279,93	368.535,00	263.180,82	11,83
PE_Caatinga	2.156.657,17	304.639,77	206.129,82	365.125,12	226.715,48	9,86
AL_Caatinga	544.342,30	128.625,71	119.965,05	144.059,69	116.899,90	16,41
SE_Caatinga	725.405,88	138.524,27	101.632,11	139.818,93	115.619,31	12,65
BA_Caatinga	6.479.273,04	537.725,39	358.212,81	682.682,23	552.408,12	6,62
MG_Caatinga	182.859,33	61.105,31	33.907,81	57.686,97	38.259,37	17,94
RN_MATlantic	56.216,27	8.086,97	5.952,05	6.144,04	4.578,19	8,71
PB_MATlantic	265.003,33	20.400,65	24.262,52	25.154,81	17.466,76	6,68
PE_MATlantic	868.765,72	123.723,57	72.322,55	124.812,79	76.096,36	8,95
AL_MATlantic	406.269,43	65.907,54	82.028,34	99.448,72	50.746,25	13,48
SE_MATlantic	535.530,31	49.663,43	34.259,06	55.355,45	42.674,43	6,84
BA_MATlantic	3.050.961,93	243.554,14	126.635,85	202.793,66	179.639,01	5,10
MG_MATlantic	7.749.168,99	1.485.538,06	1.478.496,13	1.732.473,26	911.313,32	13,35
ES_MATlantic	3.722.148,23	729.646,24	690.743,60	666.628,64	427.484,65	12,62
RJ_MATlantic	1.222.996,81	107.192,78	149.431,75	130.619,77	77.938,34	7,64
SP_MATlantic	4.242.303,99	640.825,23	486.804,34	464.665,58	308.394,24	8,86
PR_MATlantic	11.444.858,12	3.784.205,15	3.761.378,76	3.840.493,85	2.966.013,50	20,74
SC_MATlantic	10.522.462,04	2.568.832,00	2.741.627,08	3.012.080,60	2.477.960,88	17,68
RS_MATlantic	14.505.621,95	4.367.307,22	4.684.884,84	5.212.922,75	4.440.839,49	21,12
MS_MATlantic	525.863,35	121.949,14	126.728,96	119.597,06	74.199,28	15,15
GO_MATlantic	56.622,10	7.656,89	6.316,31	7.083,30	4.880,45	9,00
RS_Pampa	4.245.791,72	802.986,86	799.174,90	911.935,77	670.019,09	13,71
MS_Pantanal	55.931,38	4.122,91	3.419,23	3.985,84	1.282,81	4,82
MT_Pantanal	123.039,78	24.601,74	22.873,45	28.519,21	10.751,77	13,09

Fonte: elaboração própria a partir da Matriz de Dados do Crédito Rural do BCB (BRASIL, 2019a) e do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (BRASIL, 2019b).

Os valores da Tabela 5 estão em milhares de reais do ano identificado, ao passo que o cálculo da última coluna da referida tabela, se valeu dos valores contratados de

Pronaf deflacionados²⁶ para o ano base, ou seja, 2015. Dentro do escopo de interesse para o choque em questão, utiliza-se o total de crédito contratado em valor (em milhares de reais deflacionados para o ano base), descartando, dessa forma, os dados relativos ao número de contratos por município bem como suas mais variadas finalidades. Enfim, deve-se ressaltar que se utiliza todos os dados disponíveis dentro das seleções supracitadas, não restando dados disponíveis que não são considerados. Adite-se que o período selecionado (de 2016 a 2019) se deve ao fato de: i. a base de dados nacional explicitada anteriormente trazer dados do ano de 2015; e ii. o último ano com dados disponíveis (quando da realização deste estudo) ser o de 2019. Assim, computando-se todo o crédito rural fornecido via Pronaf entre os anos de 2016 e 2019 da produção agropecuária familiar brasileira no referido período, calcula-se o tamanho do choque de crédito nos setores de interesse em todas as regiões do modelo dinâmico, com 18 setores.

Quando se agrupa os municípios nas diferentes regiões do modelo, as quais consideram os limites territoriais de cada UF bem como os biomas presentes em cada uma delas, tem-se o crédito rural via Pronaf por ano (em milhares de reais do ano em análise) e por região de TERM-Biomas. A Tabela 6 contém tais dados.

A agregação regional realizada e demonstrada na Tabela 6 já proporciona algumas análises regionais. Exemplos de tais análises são: dos praticamente 86 bilhões de reais concedidos em crédito rural via Pronaf de janeiro (jan.) de 2016 a setembro (set.) de 2019, cerca de 22% se concentram no bioma Mata Atlântica no Rio Grande do Sul (RS) e aproximadamente 17% para o mesmo bioma no Paraná (PR). Além disso, cerca de 13% do crédito teve como direção produtores familiares no bioma Mata Atlântica em Santa Catarina (SC). Ficou clara, assim, a proeminência da região Sul do Brasil e, mais especificamente, em regiões com predomínio da Mata Atlântica, na captação do crédito rural via Pronaf.

²⁶ Os referidos valores foram deflacionados através do Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M). O IGP-M é calculado todos os meses pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), responsável também pela divulgação dos resultados, e atua como um indicador da economia.

Tabela 6 – Financiamento rural familiar, segundo região do modelo, Brasil, janeiro de 2016 a setembro de 2019.

Região	Pronaf 2016	Pronaf 2017	Pronaf 2018	Pronaf 2019 (jan.-set.)	Total Pronaf (jan.2016-set.2019)	Parcela regional (%)
RO_Amazonia	807.563,40	949.860,61	924.108,47	637.765,01	3.319.297,48	3,86
AC_Amazonia	125.463,43	126.293,91	110.009,16	83.077,90	444.844,39	0,52
AM_Amazonia	25.347,73	33.858,38	21.763,01	12.229,85	93.198,96	0,11
RR_Amazonia	52.500,97	33.631,52	38.233,10	24.030,99	148.396,57	0,17
PA_Amazonia	270.175,15	238.797,73	301.685,51	252.859,09	1.063.517,48	1,24
AP_Amazonia	13.590,05	10.125,72	12.745,32	12.665,12	49.126,21	0,06
TO_Amazonia	49.925,19	23.714,80	18.682,65	10.001,07	102.323,72	0,12
MA_Amazonia	190.013,58	97.677,96	180.925,63	120.210,17	588.827,34	0,69
MT_Amazonia	621.867,79	598.547,77	721.728,38	415.349,05	2.357.493,00	2,74
TO_Cerrado	145.971,80	107.302,55	80.678,33	54.218,60	388.171,29	0,45
MA_Cerrado	230.770,09	157.606,82	248.466,03	191.594,37	828.437,31	0,96
PI_Cerrado	43.933,10	29.553,84	62.408,98	40.901,28	176.797,20	0,21
BA_Cerrado	69.041,35	56.159,53	94.180,66	64.759,31	284.140,85	0,33
MG_Cerrado	970.027,73	842.825,96	985.701,41	605.866,91	3.404.422,02	3,96
SP_Cerrado	208.815,07	146.702,72	175.084,01	96.075,53	626.677,33	0,73
PR_Cerrado	11.219,09	8.709,41	11.239,17	6.546,49	37.714,15	0,04
MS_Cerrado	85.351,42	74.270,02	88.783,24	60.551,11	308.955,79	0,36
MT_Cerrado	247.453,38	215.382,30	217.907,44	110.740,66	791.483,77	0,92
GO_Cerrado	577.218,88	553.718,70	625.419,88	386.785,36	2.143.142,82	2,50
DF_Cerrado	3.521,10	4.480,92	2.905,07	1.026,11	11.933,20	0,01
MA_Caatinga	5.594,91	5.345,83	8.162,80	5.823,63	24.927,18	0,03
PI_Caatinga	260.760,58	157.947,89	345.474,45	239.491,73	1.003.674,65	1,17
CE_Caatinga	499.678,48	253.172,28	474.591,59	385.754,24	1.613.196,59	1,88
RN_Caatinga	177.359,08	162.342,46	207.397,83	147.681,09	694.780,46	0,81
PB_Caatinga	278.420,09	209.279,93	368.535,00	263.180,82	1.119.415,84	1,30
PE_Caatinga	304.639,77	206.129,82	365.125,12	226.715,48	1.102.610,19	1,28
AL_Caatinga	128.625,71	119.965,05	144.059,69	116.899,90	509.550,35	0,59
SE_Caatinga	138.524,27	101.632,11	139.818,93	115.619,31	495.594,62	0,58
BA_Caatinga	537.725,39	358.212,81	682.682,23	552.408,12	2.131.028,55	2,48
MG_Caatinga	61.105,31	33.907,81	57.686,97	38.259,37	190.959,46	0,22
RN_MatAtlantic	8.086,97	5.952,05	6.144,04	4.578,19	24.761,24	0,03
PB_MatAtlantic	20.400,65	24.262,52	25.154,81	17.466,76	87.284,74	0,10
PE_MatAtlantic	123.723,57	72.322,55	124.812,79	76.096,36	396.955,27	0,46
AL_MatAtlantic	65.907,54	82.028,34	99.448,72	50.746,25	298.130,86	0,35
SE_MatAtlantic	49.663,43	34.259,06	55.355,45	42.674,43	181.952,38	0,21
BA_MatAtlantic	243.554,14	126.635,85	202.793,66	179.639,01	752.622,66	0,88
MG_MatAtlantic	1.485.538,06	1.478.496,13	1.732.473,26	911.313,32	5.607.820,77	6,53
ES_MatAtlantic	729.646,24	690.743,60	666.628,64	427.484,65	2.514.503,13	2,93
RJ_MatAtlantic	107.192,78	149.431,75	130.619,77	77.938,34	465.182,65	0,54
SP_MatAtlantic	640.825,23	486.804,34	464.665,58	308.394,24	1.900.689,39	2,21
PR_MatAtlantic	3.784.205,15	3.761.378,76	3.840.493,85	2.966.013,50	14.352.091,26	16,71
SC_MatAtlantic	2.568.832,00	2.741.627,08	3.012.080,60	2.477.960,88	10.800.500,56	12,57
RS_MatAtlantic	4.367.307,22	4.684.884,84	5.212.922,75	4.440.839,49	18.705.954,31	21,78
MS_MatAtlantic	121.949,14	126.728,96	119.597,06	74.199,28	442.474,44	0,52
GO_MatAtlantic	7.656,89	6.316,31	7.083,30	4.880,45	25.936,95	0,03
RS_Pampa	802.986,86	799.174,90	911.935,77	670.019,09	3.184.116,62	3,71
MS_Pantanal	4.122,91	3.419,23	3.985,84	1.282,81	12.810,78	0,01
MT_Pantanal	24.601,74	22.873,45	28.519,21	10.751,77	86.746,18	0,10
Total	22.298.404,41	21.214.496,88	24.360.905,16	18.021.366,50	85.895.172,94	100,00

Fonte: elaboração própria a partir da Matriz de Dados do Crédito Rural do BCB (BRASIL, 2019a).

3.4.2. Modelo em estática comparativa

O fechamento utilizado no modelo em estática comparativa, com 76 setores, refere-se ao longo prazo, o mais adequado neste caso. As implicações de tal definição são: i. a oferta de capital é elástica em todos os setores e regiões, com taxas de retorno fixas (exógenas), ou seja, o capital pode se mover inter-regional e intersetorialmente; ii.

o emprego nacional é exógeno e o salário real nacional é endógeno, ou seja, há mobilidade inter-regional do fator trabalho, movido pelos diferenciais de salário real; iii. o investimento nacional é endógeno, obtido pela soma dos investimentos setoriais; ou seja, varia seguindo o estoque de capital agregado que pode mover-se em direção aos setores mais atraentes, com taxas de retorno fixas; iv. o consumo real das famílias é endógeno e segue a variação do Produto Interno Bruto (PIB) em cada região (remuneração dos fatores); v. o consumo do governo é exógeno; e vi. o saldo comercial externo exógeno como proporção do PIB.

Com relação aos cenários de aumentos de produtividade a partir da adoção de técnicas mais sustentáveis por parte dos produtores rurais brasileiros, dado que as informações do Projeto Rural Sustentável (PRS) sobre a produtividade agrária nos diversos biomas ainda não estão consolidados para a construção dos vetores de choque no modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), a estratégia de simulação foi aplicar um choque homogêneo de 1% sobre a produtividade da terra sobre os diferentes territórios brasileiros, de maneira a mensurar elasticidades de impacto do aumento da produtividade. Para tal, utiliza-se o fechamento supracitado na versão estática do modelo TERM-Biomas, que apresenta uma abertura setorial mais desagregada e consegue capturar os impactos isolados de cada aumento de produtividade sobre os cultivos específicos.

O PRS, que motiva as simulações com esse modo de operação do modelo, então, apesar de não apresentar os dados comprobatórios, assume relação direta entre a adoção de práticas sustentáveis no meio rural e os aumentos de produtividade. A primeira fase do PRS almeja uma análise da percepção dos produtores, valendo-se de dados do tipo primários e coletados em campo junto aos produtores rurais amostrados dentro das regiões dos biomas Amazônia e Mata Atlântica, onde o projeto já foi implementado. Dada a ausência de dados consolidados, mas em consonância com os apontamentos e pressupostos do PRS, a estratégia de simulação foi, então, a supracitada, qual seja, a de considerar choques de produtividade homogêneos de 1% na produtividade dos setores agrícolas, pecuários e extrativistas vegetais, tanto familiares quanto patronais. A ideia é construir matrizes de impacto de modo a avaliar setores (familiares e patronais) e regiões mais relevantes para cada objetivo considerado, seja aumento do PIB, consumo das famílias ou emprego. A variável “ a_{tot} ”, de mudança tecnológica exógena, representa a variável de produtividade utilizada como choque nestas simulações, desencadeando todo o mecanismo de ajuste que acontece no modelo.

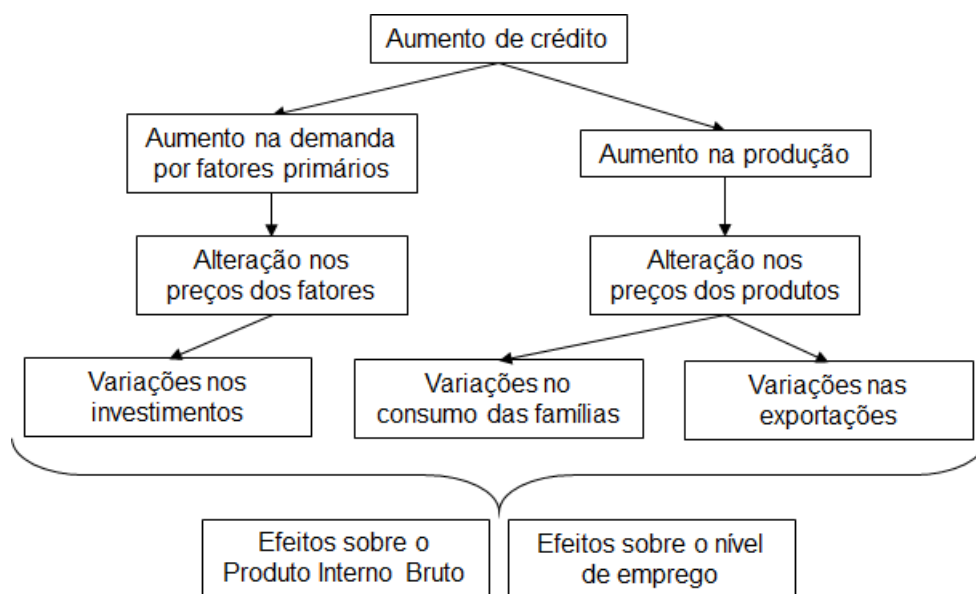
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira parte deste capítulo apresenta os resultados do exercício de simulação com relação ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Cabe ressaltar que os resultados a serem apresentados são produtos tão somente da comparação dos valores de variáveis de interesse em dois cenários distintos: um básico, sem tal programa de financiamento na matriz de produção brasileira, e outro com a presença do Pronaf, de acordo com os setores e regiões de ocorrência. A segunda parte do capítulo, por sua vez, tratará dos resultados das simulações de aumentos de produtividade nos setores rurais brasileiros. Cabe advertir, porém, que tais resultados não representam previsões da economia brasileira, mas sim projeções contrafactuais sobre os impactos advindos especificamente de cada um dos setores considerados.

Ainda nesta seção do trabalho, os resultados, para além de quantificados, são discutidos. A perspectiva é sempre a de uma interpretação mais do ponto de vista qualitativo e não dos valores aqui apresentados propriamente ditos. Dessa forma, a direção apontada e as relações sugeridas por esses resultados se sobressaem em detrimento de seus valores quantitativos. Tal clarificação se faz importante em termos de apresentação da contribuição relevante desses exercícios de simulação.

4.1. Análise do crédito rural via Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf)

A Figura 11 ajuda na visualização das causalidades para esta primeira simulação. Isso a partir do choque positivo de crédito sobre a produção agropecuária e da extração vegetal familiar.



Fonte: elaboração própria.

Figura 11 – Principais relações causais do mecanismo de ajuste da simulação, segundo modelo dinâmico, TERM-Biomass.

Um aumento no crédito implica aumento na demanda por fatores primários e na quantidade produzida. É preciso deixar claro, porém, que o modelo não apresenta um canal direto para a inclusão do aumento de crédito. Assim, o aumento de crédito é considerado na forma de expansão de fatores produtivos²⁷. Pelo lado da oferta, a capacidade produtiva se ajusta à nova estrutura de custos de produção devido às variações no crédito. Ou seja, a variação no volume de produção tem impacto direto sobre o equilíbrio entre oferta e demanda no mercado de bens, que se ajustam. Variações na demanda por fatores primários causam variações dos preços dos fatores. Variações na

²⁷ O fato de não haver no modelo um canal direto para a inclusão do aumento do crédito implica em uma das limitações desta Tese. Isso porque inviabiliza a modelagem do direcionamento dos recursos aplicados no crédito rural familiar em análise para outras rubricas, como seria possível, por exemplo, através da utilização de uma matriz de contabilidade social. Nas simulações desta Tese, porém, os fatores de produção são aumentados (ou diminuídos) de acordo com a proporção do crédito (ou não) na produção histórica setorial, conforme explicitação em seção pertinente.

produção, causam variações dos preços dos produtos. A magnitude de tais variações depende das respectivas elasticidades envolvidas. Pelo lado da demanda, então, as variações de preços alteram a escolha do consumidor (as preferências dos consumidores são fixas e exógenas, suas escolhas de consumo, porém, afetadas pelos preços). Assim, os efeitos serão agregados; sobre o consumo (afinal, o preço dos produtos afeta o consumo das famílias), sobre as exportações (afinal, se os preços internamente caem, as exportações ficam mais atrativas ao mercado internacional) e sobre os investimentos (enfim, o preço dos fatores produtivos, tais como o capital, afeta as decisões de investimento). Por fim, tudo isso posto anteriormente afeta o Produto Interno Bruto (PIB) e o nível de emprego, tanto de forma regional quanto de forma agregada ou nacional.

4.1.1. Efeitos regionais quanto ao Pronaf

As variáveis macroeconômicas serão as primeiras analisadas. Os resultados são apresentados no formato de desvio acumulado. Então, analisa-se aqui o desvio percentual (%) acumulado até o ano em questão – no geral, se mostra neste estudo o impacto até o ano de 2020 – em relação ao que se esperaria acontecer no cenário base. O que se tem aqui, então, é um exercício contrafactual: é a diferença entre uma economia sem o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e uma economia com o Pronaf. Cabe lembrar, então, que no caso de o cenário base apresentar, por exemplo, um crescimento muito grande em uma determinada variável em análise, uma possível queda, ainda que considerável, no cenário após a aplicação da política (nunca é demais lembrar que, aqui, tal política é o crédito rural via Pronaf), não representaria nem mesmo uma queda em si, mas, isto sim, um crescimento menor que aquele esperado pelo cenário base.

A Tabela 7 traz os resultados regionais em termos de variações percentuais (%) acumuladas. Vale lembrar que tais resultados representam os efeitos do choque nos setores familiares, não sendo consideradas quaisquer outras mudanças estruturais.

Tabela 7 – Impacto regional do Pronaf 2016-20: desvio percentual (%) acumulado em relação ao cenário base.

Região	Variável macroeconômica (2016-20)						IPC
	PIB real	Consumo	Investimento	Emprego	Estoque de capital	Deflator do PIB	
1 RO_Amazonia	7,23	4,97	7,86	2,59	1,64	-4,42	-0,89
2 AC_Amazonia	5,20	4,46	4,97	2,07	1,37	-4,06	-1,91
3 AM_Amazonia	2,31	3,16	2,05	0,74	0,23	-2,14	-1,17
4 RR_Amazonia	2,37	3,16	3,30	0,73	0,74	-1,13	-0,91
5 PA_Amazonia	3,27	3,73	2,86	1,32	0,56	-2,98	-1,65
6 AP_Amazonia	1,83	1,25	-0,16	-1,22	0,04	-3,00	-0,97
7 TO_Amazonia	11,00	-3,06	-2,58	-5,64	2,16	-18,62	-1,39
8 MA_Amazonia	2,49	3,37	2,88	0,95	0,50	-1,76	-1,24
9 MT_Amazonia	8,38	6,61	7,07	4,28	1,56	-5,46	-0,97
10 TO_Cerrado	3,80	4,47	4,97	2,08	0,78	-2,35	-1,52
11 MA_Cerrado	5,34	2,97	2,45	0,55	1,35	-5,50	-1,32
12 PI_Cerrado	1,44	3,43	2,87	1,01	0,35	-0,47	-0,88
13 BA_Cerrado	3,06	3,15	2,71	0,73	0,64	-2,41	-1,23
14 MG_Cerrado	4,30	4,98	5,28	2,61	0,89	-2,14	-0,95
15 SP_Cerrado	2,23	5,19	4,84	2,81	0,53	0,40	-1,03
16 PR_Cerrado	2,54	2,34	2,68	-0,10	0,52	-1,82	-0,62
17 MS_Cerrado	3,48	5,80	7,42	3,45	0,82	0,16	-0,71
18 MT_Cerrado	3,59	5,95	6,62	3,59	0,79	0,05	-0,68
19 GO_Cerrado	3,68	5,34	6,42	2,97	0,75	-0,47	-0,60
20 DF_Cerrado	1,03	3,49	3,93	1,08	0,37	0,81	-0,26
21 MA_Caatinga	-0,06	0,12	-1,92	-2,38	3,24	-1,08	-1,01
22 PI_Caatinga	-1,11	-5,10	-7,31	-7,72	1,78	-5,08	-0,64
23 CE_Caatinga	2,62	3,67	3,06	1,26	0,60	-1,69	-1,29
24 RN_Caatinga	4,02	2,55	2,04	0,11	0,81	-4,11	-1,07
25 PB_Caatinga	5,81	1,08	-0,29	-1,39	1,29	-8,04	-1,01
26 PE_Caatinga	6,79	1,25	0,80	-1,22	0,96	-9,56	-1,63
27 AL_Caatinga	7,30	0,96	0,74	-1,51	1,70	-9,44	-0,94
28 SE_Caatinga	-1,47	-4,26	-4,06	-6,87	1,91	-3,29	-0,23
29 BA_Caatinga	8,11	-2,21	-3,93	-4,77	1,35	-14,88	-1,27
30 MG_Caatinga	0,59	-1,98	-4,63	-4,53	4,66	-3,52	-0,63
31 RN_Matlandic	1,61	4,29	3,98	1,90	0,38	0,18	-1,20
32 PB_Matlandic	1,58	3,81	3,84	1,41	0,43	0,04	-0,90
33 PE_Matlandic	2,12	4,66	4,34	2,28	0,45	-0,33	-1,68
34 AL_Matlandic	1,86	3,68	3,42	1,27	0,50	-0,37	-0,86
35 SE_Matlandic	1,86	2,70	1,77	0,27	0,25	-0,34	-0,31
36 BA_Matlandic	2,11	4,42	4,07	2,03	0,48	-0,15	-1,19
37 MG_Matlandic	2,79	4,73	4,41	2,35	0,64	-0,60	-0,96
38 ES_Matlandic	2,93	4,28	3,74	1,88	0,79	-0,76	-0,51
39 RJ_Matlandic	1,43	4,06	4,08	1,66	0,40	1,18	0,05
40 SP_Matlandic	1,80	4,87	4,28	2,49	0,43	0,67	-0,93
41 PR_Matlandic	4,45	5,27	5,98	2,90	1,14	-1,36	-0,88
42 SC_Matlandic	4,88	5,04	5,64	2,67	1,29	-2,12	-0,69
43 RS_Matlandic	9,71	5,36	6,16	2,99	2,62	-7,72	-1,50
44 MS_Matlandic	4,85	5,99	6,38	3,64	1,04	-1,75	-0,92
45 GO_Matlandic	3,43	5,17	5,52	2,80	0,70	-0,83	-0,58
46 RS_Pampa	2,63	4,57	4,65	2,18	0,69	-0,37	-1,02
47 MS_Pantanal	3,12	4,99	3,79	2,61	0,45	-0,46	-0,57
48 MT_Pantanal	2,24	2,71	2,85	0,28	1,17	-0,63	-0,51
Brasil	4,43	2,73	2,73	2,15	0,65	-0,58	-0,60

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomas.

Como esperado, os efeitos do crédito rural via Pronaf seriam positivos para a economia nacional. Chama a atenção a magnitude dos ganhos no Produto Interno Bruto (PIB): 4,43% já até 2020, quando comparados a valores do cenário base. Em razão do aumento no crédito rural aos setores familiares, o consumo das famílias e o investimento real apresentam elevações de 2,73%. A variação no emprego agregado seria também positiva de 2,15% até 2020. Para além do destacado, pode-se dizer que a perspectiva seria

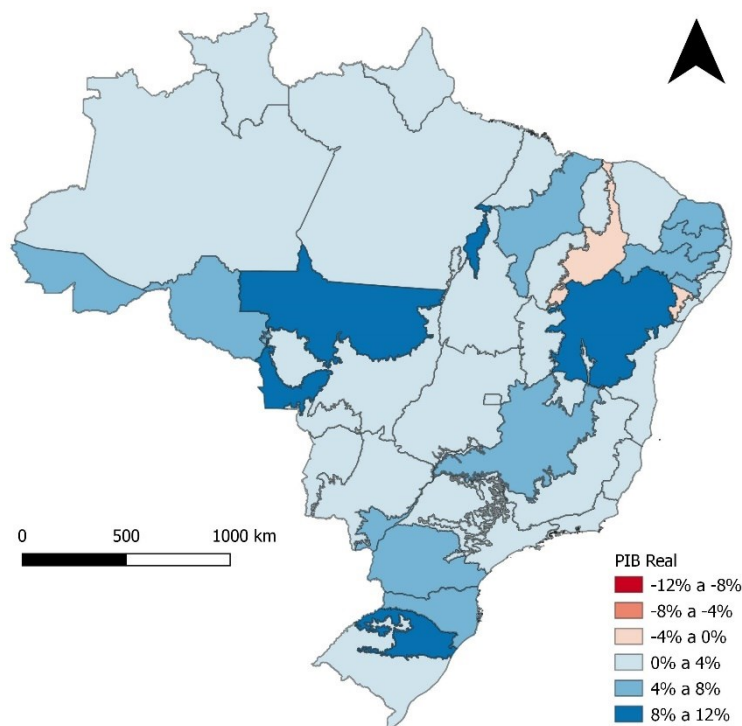
de queda nos níveis de preços nacionais, com pequeno aumento no estoque de capital quando comparados aos referentes ao cenário base.

O efeito do Pronaf na região amazônica no estado de Tocantins (TO) chama a atenção com um PIB 11% maior e seu deflator 18,62% menor que aqueles para o cenário base. O bioma Amazônia está presente em somente 13% do território estadual, sendo o Cerrado o outro bioma presente no estado (ocupando majoritariamente o território desta Unidade da Federação – UF). Apesar de representar somente 0,15% de toda a produção agrária familiar do Brasil, os produtos rurais familiares da Amazônia tocantinense são significativamente financiados pelo Pronaf: o valor do financiamento via Pronaf representa 11,53% quando em relação à produção anual familiar da região. Todavia, nem só de produção familiar é feita a agropecuária e a extração vegetal da porção de bioma Amazônia em TO. Cerca de 70% da produção agrária da região é patronal, o que indiretamente (lembrando que o choque é apenas nos setores rurais familiares) também pode colaborar para o expressivo resultado apresentado.

Outras regiões do modelo se destacam na Tabela 7. Cada uma delas será contemplada em análise individual, a exemplo do realizado para a Amazônia em TO, a seguir à medida que se for contemplando também algumas das variáveis macroeconômicas mais importantes de serem analisadas de acordo com o escopo desta Tese. O primeiro ponto a ser analisado no âmbito das variáveis, bem como das regiões, é o comportamento do PIB (Figura 12 e Tabela 7).

O PIB real das regiões é impactado²⁸ pelo aumento no crédito e consequente variação nos preços das *commodities* agrárias e, possibilitando efeitos indiretos sobre renda, consumo e investimento. É importante observar que os resultados apresentados indicam a variação do PIB real advinda apenas do choque no crédito rural via Pronaf. Na Figura 12 (Tabela 7), os destaques são os desvios superiores aos 8%, já até 2020, no PIB da Amazônia em TO e em Mato Grosso (MT), da Caatinga na Bahia (BA) e da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul (RS). Além disso, os pequenos desvios negativos da Caatinga nos estados de Sergipe (SE), Piauí (PI) e Maranhão (MA) podem ser observados em vermelho.

²⁸ O entendimento do impacto, aqui, é um contrafactual em relação a situação sem o Pronaf. Não se apresentam, aqui, impactos em termos estatísticos.



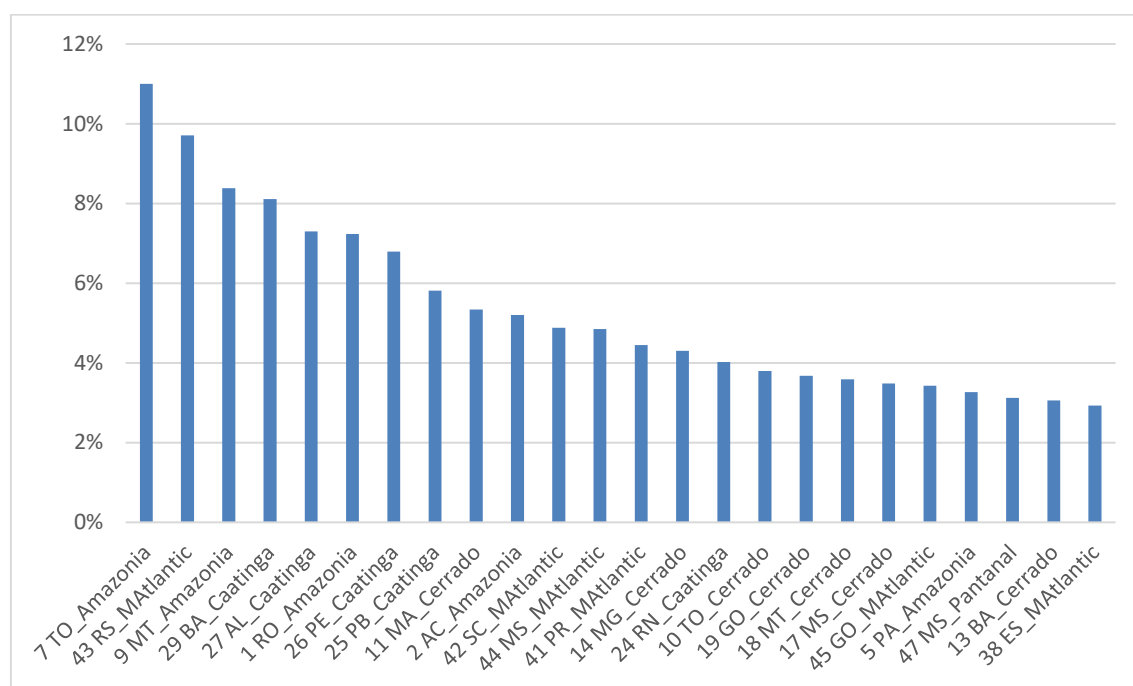
Fonte: resultados seleccionados das simulações com TERM-Biomas.

Figura 12 – Impacto acumulado no PIB a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2020.

Nunca é demais lembrar que os valores positivos (os desvios positivos, representados na cor azul) na Figura 12, bem como nas seguintes, não significam necessariamente valores positivos ou de crescimento para o PIB. Da mesma forma, valores negativos (os desvios negativos, representados na cor vermelha nos referidos mapas) não significam necessariamente valores de decréscimo no PIB real. Enfim, trata-se aqui do efeito na economia com o programa.

Ainda de acordo com os resultados apresentados na Figura 12 e na Tabela 7, pode-se notar uma vez mais que a principal região de produção familiar no Brasil – Mata Atlântica no RS – é uma das mais beneficiadas pelo Pronaf de 2016 a 2019. A parcela de 12,41% é o que representa a produção rural familiar da Mata Atlântica gaúcha na produção familiar nacional; o que quer dizer ser esta a região do modelo com maior participação na produção familiar brasileira. Com cerca da metade da produção como familiar (48,87%), a região é a que mais capta recursos via Pronaf e tal modalidade de financiamento representa 21,12% de sua produção anual familiar, uma das maiores participações regionais do Pronaf observadas. O Gráfico 2 traz a classificação das regiões

mais se beneficiariam, em termos de PIB real, pelo Pronaf, através da observação acerca de onde se concentram os maiores impactos positivos até 2020 (Gráfico 2 e Tabela A.3).



Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomas.

Gráfico 2 – Maiores impactos positivos acumulados no PIB (%) a partir do Pronaf, segundo classificação das regiões do modelo, Brasil, 2016 a 2020.

Acompanhando as regiões de Amazônia em TO e de Mata Atlântica no RS, já descritas anteriormente, encontra-se a Amazônia mato-grossense entre as três regiões mais impactadas positivamente em termos de PIB pelo Pronaf. Estado de vocação agrária, o MT sempre tem papel crucial tanto no que concerne à produção agrária, quanto no que diz respeito às questões de comando e controle acerca da preservação ambiental e do combate ao desmatamento, devido ao fato de o estado estar no centro da discussão sobre a expansão das fronteiras agrárias na Amazônia. A Amazônia mato-grossense responde por pouco menos de 2% da produção agrária familiar nacional. Com uma importante participação de 19,22% do financiamento via Pronaf sobre a produção agrária familiar anual da região, as famílias da Amazônia no MT já produzem muito pouco quando comparado à produção patronal da região: 9,27% contra os 90,73% das propriedades patronais. Os efeitos indiretos do Pronaf sobre a agropecuária e extração vegetal patronais da Amazônia mato-grossense, então, são significativos aqui.

Voltando à Caatinga baiana, é interessante observar que, apesar de ter recebido quantias vultuosas via Pronaf, a região apresenta uma participação do Pronaf com relação

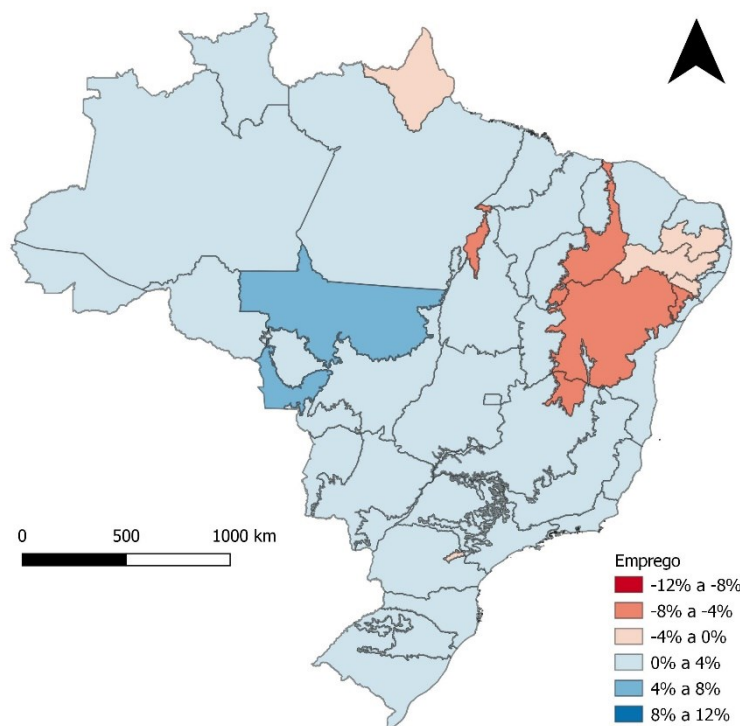
à produção agrária anual familiar de apenas pouco mais de 6%. Por outro lado, a região, que apresenta 63,66% de sua produção agrária de vertente familiar, responde sozinha por mais de 5% da produção agrária familiar nacional, uma das maiores participações regionais registradas. À semelhança da baiana, a Caatinga pernambucana também apresenta importantes participações da produção familiar comparada à patronal (52,44%) e da produção familiar regional na nacional (pouco menos de 2%), mas baixa participação do financiamento via Pronaf na produção anual familiar (9,86%).

No caso do salário, é importante observar que, dentro da teoria do mercado de trabalho na versão dinâmica do modelo, o ajuste do mercado de trabalho ocorre como uma combinação de migração inter-regional e mudanças nos diferenciais regionais de salário real. Tal migração inter-regional ocorre pelos diferenciais de salário real regional e o salário médio nacional (cf. Equação 9, Cap. 3 desta Tese).

O posto acima não significa dizer, porém, que os resultados do modelo após o choque de política (inserção do Pronaf), mostram um salário real fixo. No longo prazo, o fator trabalho pode se mover para regiões/setores mais atrativos em termos de salário. Por isso, no resultado desta simulação para o cálculo do desvio acumulado entre os cenários base e de política, encontra-se valores tendendo a zero para o salário real médio. Assim, pela teoria, o emprego regional é endógeno e o emprego nacional é fixo, com o emprego regional movido por diferenciais de salário real e migração inter-regional.

Posto isso, pode-se passar ao estudo dos resultados quanto ao emprego. Em relação ao emprego, como em certa medida é também a tendência do investimento, as regiões com maior variação positiva seriam aquelas mais dependentes da produção agrária e familiar (Figura 13 e Tabela 7).

O comportamento é muito semelhante ao que ocorre quando se analisa os níveis de investimento. A proeminência da Caatinga perdendo postos de trabalho para outras regiões fica visível. Adite-se o caso da Amazônia no estado de TO, a qual se junta à Caatinga de PI, SE, BA e Minas Gerais (MG) como as regiões com quedas no emprego superiores a 4%.



Fonte: resultados seleccionados das simulações com TERM-Biomass.

Figura 13 – Impacto acumulado no emprego a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2020.

O processo de ajustamento da economia ao choque no crédito rural familiar sugere análises espaciais interessantes. Antes de mais nada, deve-se deixar claro que, de forma geral, todas as regiões do modelo saem ganhando (quando analisado até 2030), como esperado. Grosso modo, as Unidades da Federação (UFs) que mais ganhariam seriam mesmo aquelas com maiores participações relativas na produção familiar. Por outro lado, pode-se dizer que, em um primeiro momento, algumas regiões (principalmente de Caatinga) são “prejudicadas”, dado o processo de ajuste da economia e as migrações de emprego e investimentos. Porém, as perspectivas de crescimento são generalizadas, com as regiões especializadas em *commodities*, que geralmente possuem estruturas produtivas menos complexas e com maiores vazamentos inter-regionais, chamando ainda mais a atenção.

4.1.2. Efeitos setoriais do Pronaf

O aumento no crédito rural afeta diretamente a produção, o nível de emprego e de capital, no geral e quando analisados setorialmente. Tal choque, então, acelera a atividade dos setores. De uma forma geral, para se apresentar os resultados desta seção do texto, a variável representativa do nível de atividade setorial é a que será analisada. A Tabela A.4 traz todos os setores para o desvio acumulado até o ano de 2020 e as regiões do modelo. Além da Tabela A.4, coloca-se os resultados em tabelas por partes, separados para os setores familiares, patronais, e industriais e de serviços, além de alguns mapas ilustrativos com todas as regiões e seus impactos, na presente simulação, e analisa-se os maiores efeitos sobre as regiões. Ainda nesta seção dos resultados, comenta-se sobre os setores indiretamente mais afetados, depois dos rurais.

A Tabela A.4 contém os resultados para a produção aos níveis setorial e regional (em termos de variação percentual acumulada)²⁹. Primeiramente, aqui no corpo do texto, porém, coloca-se a Tabela 8 com todas as regiões para os desvios acumulados até 2020 somente para os setores familiares no presente modelo.

As regiões de Mata Atlântica na região Sul do Brasil – Rio Grande do Sul (RS), Paraná (PR) e Santa Catarina (SC) – são as três regiões de maior produção agrária familiar. A pequena região de Caatinga no Maranhão (MA), por outro lado, é a de menor produção familiar absoluta (poucos municípios). As quatro, porém, estão entre as mais afetadas pelo crédito rural do Pronaf em termos de produção. Já na Amazônia, são os estados de Rondônia (RO) e Mato Grosso (MT) que chamam a atenção.

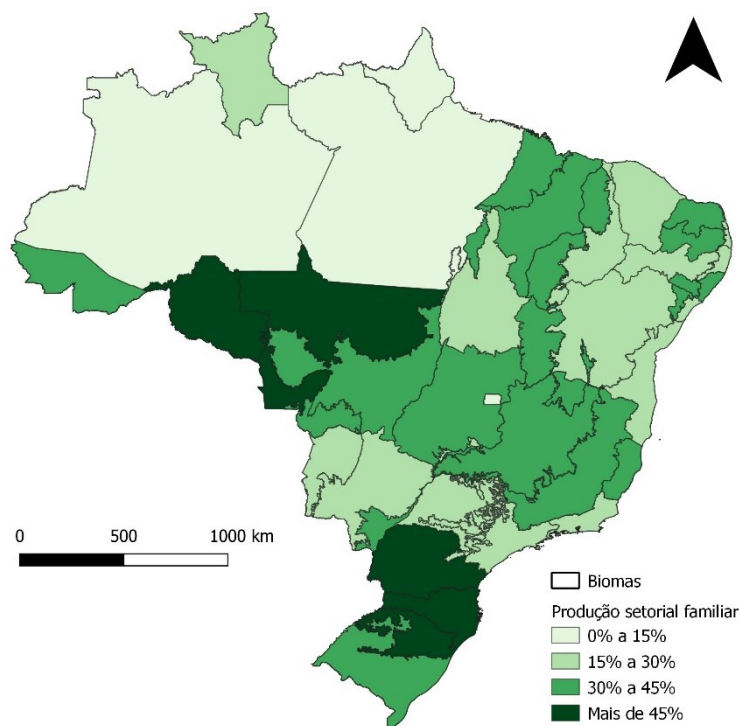
²⁹ Para um horizonte temporal um pouco maior – impactos acumulados até o ano de 2030 – vide Tabela A.5.

Tabela 8 – Impacto do Pronaf 2016-20 nos setores familiares: desvio percentual (%) acumulado em relação ao cenário base.

Região	Setor familiar (2016-20)			
	Agricultura	Pecuária	Silvicultura e Extração Vegetal	Agropecuária e Extração Vegetal total
1 RO_Amazonia	54,00	55,94	53,28	54,76
2 AC_Amazonia	34,22	36,14	33,70	34,99
3 AM_Amazonia	1,67	2,68	2,00	2,10
4 RR_Amazonia	27,71	29,77	27,50	28,55
5 PA_Amazonia	9,03	10,16	8,92	9,49
6 AP_Amazonia	5,64	6,44	5,66	5,97
7 TO_Amazonia	32,63	35,01	32,74	33,62
8 MA_Amazonia	33,33	34,96	32,69	33,97
9 MT_Amazonia	48,28	49,98	47,55	48,94
10 TO_Cerrado	24,43	26,29	24,22	25,19
11 MA_Cerrado	35,03	36,80	34,53	35,73
12 PI_Cerrado	35,65	37,15	34,85	36,23
13 BA_Cerrado	32,72	34,02	31,68	33,20
14 MG_Cerrado	32,47	33,84	31,91	33,01
15 SP_Cerrado	21,98	23,35	21,46	22,52
16 PR_Cerrado	20,39	21,53	19,43	20,81
17 MS_Cerrado	24,80	26,20	23,99	25,34
18 MT_Cerrado	38,52	39,88	37,44	39,03
19 GO_Cerrado	36,56	37,98	35,46	37,09
20 DF_Cerrado	11,39	13,05	11,39	12,08
21 MA_Caatinga	60,69	62,37	59,78	61,34
22 PI_Caatinga	29,93	31,76	29,37	30,66
23 CE_Caatinga	25,13	26,89	24,90	25,84
24 RN_Caatinga	31,84	33,91	31,73	32,69
25 PB_Caatinga	33,35	35,56	33,37	34,26
26 PE_Caatinga	29,12	30,99	28,73	29,87
27 AL_Caatinga	42,96	45,00	42,44	43,78
28 SE_Caatinga	35,72	37,50	34,98	36,42
29 BA_Caatinga	20,63	22,49	20,57	21,39
30 MG_Caatinga	44,91	47,76	45,17	46,10
31 RN_MATlantic	26,62	28,22	25,99	27,25
32 PB_MATlantic	20,80	22,70	20,73	21,58
33 PE_MATlantic	27,15	28,87	26,62	27,83
34 AL_MATlantic	37,21	39,30	36,52	38,04
35 SE_MATlantic	21,27	23,18	20,77	22,03
36 BA_MATlantic	16,28	18,08	16,25	17,02
37 MG_MATlantic	37,64	38,98	36,79	38,15
38 ES_MATlantic	36,05	37,52	35,05	36,61
39 RJ_MATlantic	23,48	25,30	23,32	24,22
40 SP_MATlantic	26,98	28,53	26,85	27,61
41 PR_MATlantic	50,79	52,38	49,86	51,40
42 SC_MATlantic	45,22	47,38	44,79	46,09
43 RS_MATlantic	51,15	53,04	50,47	51,90
44 MS_MATlantic	41,34	42,75	40,14	41,86
45 GO_MATlantic	27,86	28,94	26,84	28,25
46 RS_Pampa	37,99	39,74	37,47	38,69
47 MS_Pantanal	15,55	17,19	15,52	16,23
48 MT_Pantanal	36,64	38,49	35,59	37,35
Brasil	36,38	37,47	28,24	36,41

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomas.

Os primeiros setores a serem analisados no âmbito dos resultados desta primeira simulação são os setores familiares (Figura 14). A Figura 14 representa os efeitos acumulados, até o ano de 2020, por região para os setores de interesse.



Fonte: resultados seleccionados das simulações com TERM-Biomass.

Figura 14 – Impacto acumulado na produção familiar a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2020.

O que mais chama a atenção na Figura 14 é o efeito do programa em elevar a produção na área dita de expansão da fronteira agrária sobre a Amazônia. Os resultados para esse bioma nos estados de RO e MT acendem o sinal de alerta para a possibilidade de que também o crédito rural familiar, não só o patronal, na região amazônica, possa estar contribuindo com a expansão da fronteira agrária sobre a floresta, causando desde os pequenos desmatamentos.

Ainda nessa linha, apesar de o choque ser especificamente nos setores familiares, há um efeito indireto nos outros setores da economia, principalmente, nos setores rurais patronais. Isso porque, apesar de sua faixa de terra, em geral, ser pequena quando comparada à dos setores patronais, os setores rurais familiares podem gerar muitos empregos e fazer crescer a economia de toda uma região. Alguns exemplos de meios para tal são: a geração de empregos, renda e a movimentação positiva do comércio local. Assim, analisa-se os efeitos da simulação da inclusão do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) sobre os setores patronais (Tabela 9). A Tabela 9 apresenta os efeitos acumulados até o ano de 2020 no modelo.

Tabela 9 – Impacto do Pronaf 2016-20 nos setores patronais: desvio percentual (%) acumulado em relação ao cenário base.

Região	Setor patronal (2016-20)			
	Agricultura	Pecuária	Silvicultura e Extração Vegetal	Agropecuária e Extração Vegetal total
1 RO_Amazonia	0,80	3,83	0,60	1,50
2 AC_Amazonia	0,81	3,42	0,48	1,41
3 AM_Amazonia	0,51	1,50	0,42	0,74
4 RR_Amazonia	0,72	2,72	0,46	1,18
5 PA_Amazonia	0,68	2,53	0,44	1,10
6 AP_Amazonia	0,46	1,06	0,35	0,60
7 TO_Amazonia	0,60	3,09	0,39	1,17
8 MA_Amazonia	0,66	2,71	0,43	1,13
9 MT_Amazonia	0,79	4,21	0,45	1,58
10 TO_Cerrado	0,82	3,38	0,42	1,40
11 MA_Cerrado	0,77	3,02	0,45	1,28
12 PI_Cerrado	0,66	2,73	0,40	1,13
13 BA_Cerrado	0,68	2,82	0,44	1,17
14 MG_Cerrado	0,85	2,75	0,44	1,28
15 SP_Cerrado	1,09	3,08	0,51	1,53
16 PR_Cerrado	0,63	2,79	0,46	1,13
17 MS_Cerrado	0,87	3,32	0,47	1,43
18 MT_Cerrado	0,66	3,52	0,46	1,32
19 GO_Cerrado	0,72	2,97	0,40	1,23
20 DF_Cerrado	0,60	2,46	0,42	1,03
21 MA_Caatinga	0,48	2,22	0,42	0,89
22 PI_Caatinga	0,27	1,57	0,29	0,58
23 CE_Caatinga	0,46	2,52	0,38	0,94
24 RN_Caatinga	0,54	2,07	0,36	0,89
25 PB_Caatinga	0,53	1,93	0,39	0,85
26 PE_Caatinga	0,59	2,49	0,31	1,02
27 AL_Caatinga	0,61	2,38	0,43	1,02
28 SE_Caatinga	0,31	1,68	0,33	0,63
29 BA_Caatinga	0,49	1,84	0,20	0,79
30 MG_Caatinga	0,81	2,53	0,36	1,19
31 RN_Matlandic	1,08	2,53	0,44	1,39
32 PB_Matlandic	1,02	2,36	0,41	1,31
33 PE_Matlandic	1,23	2,95	0,48	1,60
34 AL_Matlandic	1,13	2,54	0,42	1,43
35 SE_Matlandic	0,79	2,18	0,37	1,10
36 BA_Matlandic	0,59	2,44	0,50	1,02
37 MG_Matlandic	0,79	2,81	0,51	1,25
38 ES_Matlandic	0,70	3,00	0,51	1,23
39 RJ_Matlandic	0,59	1,93	0,38	0,89
40 SP_Matlandic	1,05	2,86	0,50	1,45
41 PR_Matlandic	0,85	3,31	0,54	1,41
42 SC_Matlandic	0,68	3,34	0,55	1,30
43 RS_Matlandic	0,91	3,78	0,70	1,57
44 MS_Matlandic	0,95	3,70	0,48	1,57
45 GO_Matlandic	1,21	3,02	0,44	1,60
46 RS_Pampa	0,93	2,84	0,53	1,36
47 MS_Pantanal	0,75	2,97	0,44	1,26
48 MT_Pantanal	0,58	2,76	0,45	1,09
Brasil	0,82	2,97	0,50	1,31

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomas.

De uma forma geral, as regiões de destaque são parecidas com aquelas analisadas anteriormente para os setores familiares. É importante notar, porém a substituição da região de Caatinga no MA pela de Mata Atlântica no Mato Grosso do Sul (MS) dentre os destaques. Apesar de o efeito ser bastante semelhante entre todas as regiões do modelo, com ganhos que vão de 0,2% a 4,21% na produção patronal, o setor de Pecuária se destaca dentre os patronais em grande parte das regiões. As regiões de Amazônia e Mata Atlântica do Brasil chamam a atenção. Por outro lado, a Caatinga parece menos afetada.

O crédito rural via Pronaf afeta não somente os setores agrários familiares, mas também os patronais, ainda que em uma escala inferior. Para finalizar esta subseção do texto, deve ser colocado ainda que outros setores (dentre os não-agrários) também são afetados pelo aumento no crédito rural familiar, devido a toda a cadeia de relações explicitadas no esquema da Figura 11 no começo desta seção e a Tabela 10 bem mostra essa realidade.

Tabela 10 – Impacto do Pronaf 2016-20 nos setores industriais e de serviços: desvio percentual (%) acumulado em relação ao cenário base.

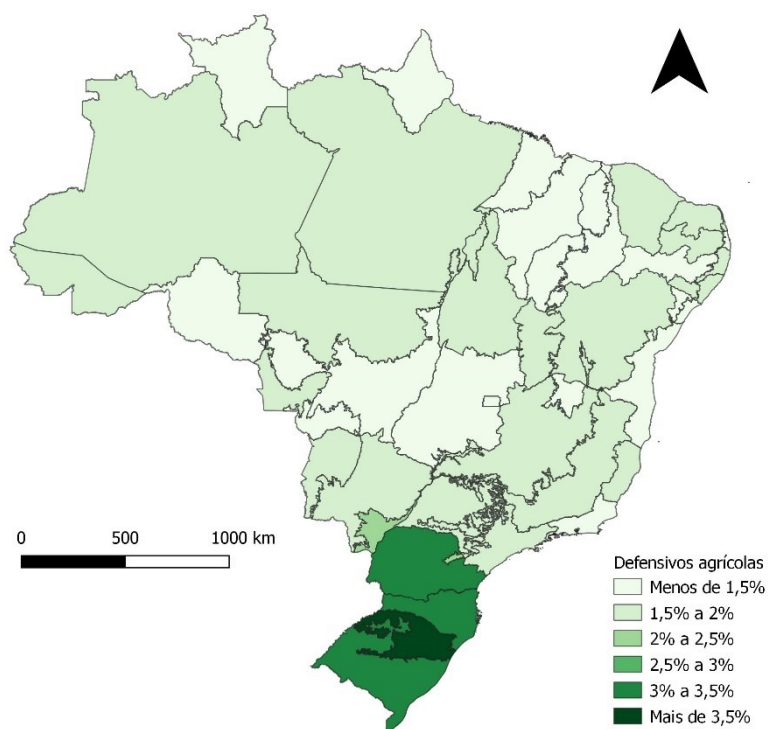
Região	Setor não agrário (2016-20)											
	7 PescA quic	8 ExtrM iner	9 Adubo Fert	10 DefAgr Desinf	11 OutIndT ransf	12 ServInd UtPub	13 Constr Civil	14 ComAt aVar	15 Transp Carga	16 Trans pOut	17 OutSer vicos	18 Adm Pub
1 RO_Ama zonia	0,88	0,76	2,26	1,39	13,56	1,94	5,17	3,27	3,79	3,73	3,26	-0,05
2 AC_Ama zonia	1,04	0,87	2,49	1,81	10,17	2,06	4,67	3,47	3,61	4,27	3,54	0,73
3 AM_Am azonia	0,81	0,80	2,44	1,69	1,63	1,37	2,94	1,26	1,57	2,96	2,34	0,18
4 RR_Ama zonia	0,84	0,93	2,17	1,45	4,85	1,92	2,93	0,18	-0,05	3,00	2,68	0,00
5 PA_Ama zonia	0,96	0,47	2,52	1,76	5,67	1,59	3,69	1,91	2,44	3,47	2,26	0,47
6 AP_Ama zonia	0,81	0,82	2,19	1,42	2,71	1,23	2,08	-0,40	0,67	2,26	1,91	0,00
7 TO_Ama zonia	0,87	1,50	2,30	1,59	6,56	1,25	3,34	1,03	2,69	2,46	1,41	0,44
8 MA_Am azonia	0,95	0,98	2,22	1,49	2,49	1,70	3,59	0,48	1,70	2,42	1,43	0,22
9 MT_Ama zonia	1,02	1,04	2,34	1,61	14,10	1,54	5,08	6,16	4,02	3,86	1,96	0,07
10 TO_Cerr ado	0,97	1,68	2,36	1,67	11,16	1,84	4,52	3,03	3,10	3,35	2,33	0,51
11 MA_Cerr ado	0,97	1,55	2,20	1,49	4,04	1,56	3,40	1,82	2,43	2,56	1,77	0,39
12 PI_Cerra do	0,89	1,42	2,15	1,44	2,33	1,27	3,58	0,42	1,44	1,58	1,17	0,00
13 BA_Cerr ado	0,85	1,02	2,37	1,59	6,22	1,51	3,79	1,04	2,05	2,66	1,85	0,39
14 MG_Cerr ado	0,87	1,33	2,64	1,56	5,09	1,86	4,57	3,07	2,76	3,01	1,94	0,27
15 SP_Cerra do	0,88	1,47	2,29	1,52	3,02	1,65	4,29	2,23	2,33	2,70	1,77	0,28
16 PR_Cerra do	0,76	1,34	3,10	2,19	2,12	1,21	3,76	1,20	1,68	2,46	2,17	-0,26
17 MS_Cerr ado	0,87	1,66	2,26	1,64	8,87	1,98	5,31	3,74	3,15	3,71	2,57	-0,11
18 MT_Cerr ado	0,86	1,36	2,17	1,49	9,53	2,02	5,12	3,16	2,97	3,67	2,83	-0,15
19 GO_Cerr ado	0,82	1,17	2,23	1,42	5,98	1,98	4,79	3,39	2,65	3,49	2,39	-0,13
20 DF_Cerra do	0,72	0,68	2,01	1,14	3,00	1,42	3,54	1,71	1,74	2,60	1,54	-0,48

21	MA_Caatinga	0,82	0,55	2,06	1,32	1,35	1,28	3,56	-0,12	1,36	1,87	1,81	0,01
22	PI_Caatinga	0,71	0,92	2,15	1,35	2,26	0,17	1,13	-0,74	0,37	1,78	0,66	-0,38
23	CE_Caatinga	0,94	0,87	2,35	1,67	1,99	1,61	3,61	1,01	1,85	2,83	1,66	0,23
24	RN_Caatinga	0,87	0,91	2,26	1,51	2,32	1,68	3,37	1,08	1,70	2,46	2,01	0,14
25	PB_Caatinga	0,86	1,34	2,40	1,57	3,53	1,82	3,13	1,01	1,74	2,32	1,99	0,14
26	PE_Caatinga	0,94	1,40	2,26	1,36	3,79	1,16	2,87	1,71	2,28	2,43	2,34	0,80
27	AL_Caatinga	0,84	1,32	2,48	1,65	4,23	1,34	3,09	0,57	1,27	2,38	2,00	-0,03
28	SE_Caatinga	0,68	0,45	2,21	1,17	2,67	1,40	1,87	-0,48	0,31	2,26	1,88	-0,79
29	BA_Caatinga	0,87	1,08	2,44	1,54	2,80	1,06	1,12	1,54	1,94	1,80	1,65	0,32
30	MG_Caatinga	0,75	0,55	2,33	1,43	2,03	1,45	2,52	0,34	1,40	2,11	1,61	-0,29
31	RN_Matlantic	0,92	0,75	2,46	1,66	2,29	1,85	3,91	1,20	1,65	2,89	1,94	0,26
32	PB_Matlantic	0,85	1,02	2,40	1,48	2,11	1,77	3,71	0,85	1,57	2,70	1,71	-0,07
33	PE_Matlantic	1,01	1,54	2,50	1,77	2,53	1,57	4,12	1,33	2,20	2,97	2,09	0,47
34	AL_Matlantic	0,85	0,68	2,42	1,54	2,12	1,75	3,56	0,29	1,33	2,59	1,57	-0,09
35	SE_Matlantic	0,72	0,60	2,34	1,46	1,51	1,42	2,72	-0,40	0,69	0,43	0,74	-0,46
36	BA_Matlantic	0,87	0,74	2,30	1,33	2,31	1,89	3,81	1,03	1,74	3,23	1,95	0,16
37	MG_Matlantic	0,93	0,36	3,01	1,91	3,92	1,56	4,01	2,46	2,42	2,59	1,83	0,14
38	ES_Matlantic	0,76	0,34	2,67	1,76	3,78	1,86	3,58	1,68	1,68	2,38	1,84	-0,16
39	RJ_Matlantic	0,65	0,44	2,45	1,23	1,50	1,55	3,35	1,25	1,14	2,75	1,51	-0,56
40	SP_Matlantic	0,87	1,06	2,69	1,73	2,34	1,38	3,92	1,99	2,15	2,65	1,57	0,08
41	PR_Matlantic	0,92	1,43	3,84	3,44	4,78	1,65	4,87	3,51	3,07	3,29	2,06	0,02
42	SC_Matlantic	0,93	1,15	4,15	3,33	4,48	1,70	4,73	2,77	2,75	3,09	2,20	-0,09
43	RS_Matlantic	1,18	1,63	3,65	3,70	5,50	1,98	5,25	5,25	4,58	3,36	2,42	0,63
44	MS_Matlantic	0,95	0,72	2,78	2,04	10,58	1,37	4,88	3,04	3,09	2,93	2,17	0,20
45	GO_Matlantic	0,79	0,61	2,35	1,54	4,15	1,38	4,11	1,56	1,95	2,76	2,14	-0,33
46	RS_Pampa	0,91	1,47	3,58	3,23	3,28	1,61	4,28	2,90	2,82	2,67	1,66	0,09
47	MS_Pantanal	0,78	0,17	2,33	1,55	10,22	1,51	3,90	1,74	2,27	2,86	3,16	-0,32
48	MT_Pantanal	0,74	0,83	1,91	1,19	7,67	1,48	3,64	1,64	1,89	2,94	3,32	-0,21
Brasil		0,90	0,55	2,65	1,83	3,45	1,60	3,98	2,21	2,36	2,78	1,75	0,00

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomass.

Exemplos são o setor de Outras Indústrias de Transformação, que ganharia cerca de 14% em sua produção na Amazônia tanto em MT quanto em RO, ou o setor de Construção Civil, ou mesmo o setor de Outros Transportes, ou o setor de Adubos e Fertilizantes; tudo isso quando comparado ao cenário base (Tabela 10). Os efeitos multiplicadores e indiretos são importantes e não devem ser negligenciados. Com relação aos valores projetados menores que aqueles para o cenário base, destaca-se o setor de Comércio (atacado e varejo) na Caatinga piauiense. Isso pode se dever ao fato de o crédito rural familiar propiciar a migração de fatores de produção do setor de comércio, principalmente do artesanato da região, para os setores agropecuários, bem como seus reflexos nos setores de transporte e de adubos e fertilizantes na região.

Por fim, a Figura 15 traz o mapa do impacto do Pronaf no setor dos Defensivos agrícolas. A análise é sempre a do desvio percentual (%) acumulado de 2016 a 2020 com relação ao cenário base.



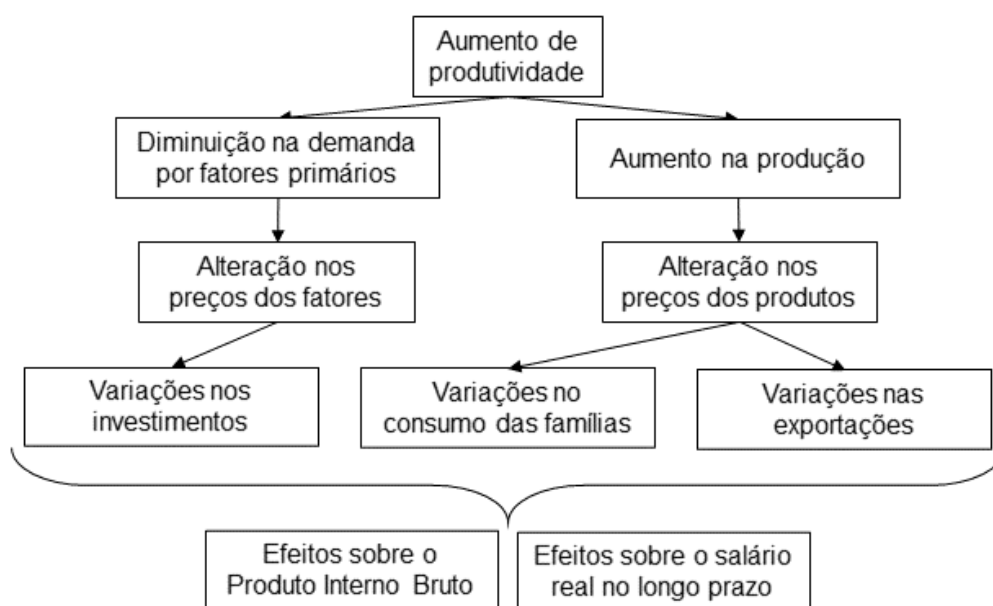
Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomas.

Figura 15 – Impacto acumulado na produção de defensivos agrícolas a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2020.

Apesar de o impacto poder ser dito pequeno – variando somente 1% a 4%, a concentração sulina chama a atenção mais uma vez. Região de grande produção rural familiar, o contrafactual em relação a situação sem o Pronaf para a quantidade produtiva pode sinalizar possível criação de demanda local que propicie tal concentração dos aumentos de produção também no que diz respeito aos defensivos agrícolas destinados para a atividade.

4.2. Resultados simulados dos aumentos de produtividade por setor rural

Com relação aos resultados das simulações com o segundo modo de operação do modelo desta Tese, eles dizem respeito a aumentos de produtividade – 1% – nos setores rurais brasileiros. Conforme já mencionado, a ausência de estudos e dados que quantifiquem o aumento de produtividade esperado a partir da adoção de práticas mais sustentáveis no campo exigiu que se fizesse um levantamento a partir de estimativas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) – Reis *et al.* (2019a) e Reis *et al.* (2019b) –, chegando assim ao cenário suposto pelo Projeto Rural Sustentável (PRS), qual seja, ganhos de produtividade em todos os biomas brasileiros, em uma perspectiva de expansão do projeto. O papel do projeto da Embrapa aqui, então, é o de apontar para prováveis aumentos genéricos de produtividade a partir da adoção de práticas mais sustentáveis no meio rural brasileiro. As simulações de choques na produtividade são de estática comparativa e utilizam o fechamento de longo prazo. Portanto, não há uma análise sobre anos específicos, como a da seção anterior deste capítulo, mas, isto sim, uma análise sobre as variações percentuais anuais. A Figura 16 ajuda na visualização das relações de causalidade que se supõe em tais simulações, dado o choque sobre a produtividade agropecuária e da extração vegetal; tanto familiares, quanto patronais.



Fonte: elaboração própria.

Figura 16 – Principais relações causais do mecanismo de ajuste das simulações, segundo modelo estático, TERM-Biomas.

Aumentos de produtividade diminuem os custos de produção e/ou aumentam a quantidade produzida com uma mesma quantidade de fatores. A demanda relativa por fatores primários cai e, conseqüentemente, seus preços também se alteram. Assim também a oferta de produtos pelos setores, alterando seus preços em consequência. Tais variações terão efeitos agregados, sobre o consumo (afinal, o preço dos produtos afeta o consumo das famílias), sobre as exportações (afinal, se os preços internamente caem, as exportações ficam mais atrativas ao mercado internacional), e sobre os investimentos (enfim, o preço dos fatores produtivos, tais como o capital, afeta as decisões de investimento). Por fim e à semelhança do caso estudado na seção anterior, tudo isso posto anteriormente afeta o PIB e o nível de emprego e/ou o salário real na economia em análise, tanto de forma regional quanto de forma agregada ou nacional.

A ideia aqui, como colocado na introdução desta Tese, é motivada por programas do tipo do PRS, programas de incentivo a aumentos de produtividade via adoção de práticas mais sustentáveis na agropecuária e na extração vegetal brasileiras. Assim, uma das justificativas para tais programas é a de que as técnicas ditas mais sustentáveis podem ser até mesmo mais produtivas quando em comparação com tecnologias mais poluidoras. Dessa forma, simula-se aqui um pequeno aumento na produtividade dos setores rurais do

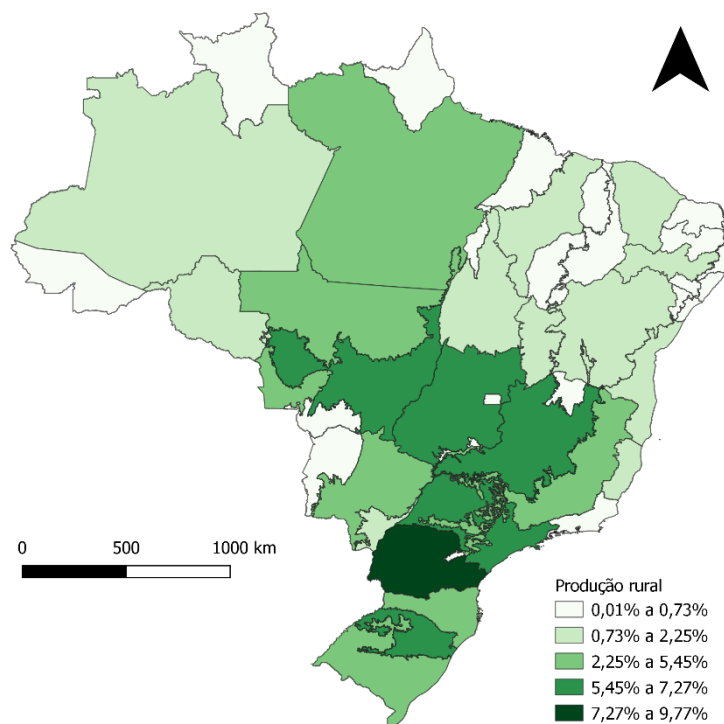
modelo estático com 76 setores. Deve-se deixar claro que as simulações e resultados são para cada cultura individualmente.

A ideia é semelhante àquela presente em Dixon *et al.* (2017). A semelhança se encontra no fato de ambos os trabalhos tratarem da produção de uma ferramenta de análise de impacto a partir de resultados de simulações de Equilíbrio Geral Computável (EGC). A lógica dos choques de produtividade presente nesta Tese contribui nessa linha de construção de uma “ferramenta” na qual se pode comparar o impacto de diferentes choques. Esta ferramenta se torna útil na medida em que pode fornecer informações aos gestores políticos em instituições tais como, por exemplo, a Embrapa ou mesmo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sobre em quais produtos investir prioritariamente, ou sobre como avaliar *ex-ante* um projeto de melhoria produtiva em algum cultivo específico. Para além de tudo isso, ainda se torna possível a identificação de, por exemplo, um produto como mais importante ao Produto Interno Bruto (PIB) nacional ou regional, enquanto que outro contribui mais para a redução da desigualdade, ao passo que outro é o melhor ao consumo das famílias etc.

Os resultados são interpretados como variação percentual da variável de interesse, no longo prazo. Tais resultados sugerem os impactos do aumento de produtividade sobre as principais variáveis regionais (tais como, por exemplo, o PIB, o consumo das famílias, os níveis de investimento, as exportações etc.), além de terem seus efeitos diferenciados ao se considerar a produção rural familiar ou a patronal. Antes de iniciar-se a apresentação dos resultados propriamente ditos, o mapa da Figura 17 mostra a distribuição da produção rural brasileira entre as regiões do modelo utilizado.

Com cerca de 40% e 36% da produção agrária nacional em 2017, os biomas Mata Atlântica e Cerrado, respectivamente, se destacam no mapa da Figura 17³⁰. A Amazônia foi responsável por cerca de 12% da produção agrária brasileira naquele ano. Dentre as regiões do modelo, a de Mata Atlântica no estado do Paraná (PR) se destaca com cerca de 10% da produção, seguida pelas regiões de Cerrado em Goiás (GO), Mato Grosso (MT) e Minas Gerais (MG) com aproximadamente 7% cada. Com 6% cada tem-se as regiões de Mata Atlântica no Rio Grande do Sul (RS) e em São Paulo (SP) – Figura 17.

³⁰ O método de categorização utilizado para a definição dos intervalos apresentados foi o das quebras naturais (Jenks), uma vez que as classes por tal método são baseadas em agrupamentos naturais inerentes aos dados. As quebras buscam agrupar valores semelhantes e maximizar as diferenças entre as classes. Assim, esse método se mostra o mais adequado para mapear valores que não são distribuídos uniformemente.



Fonte: elaboração própria a partir dos dados do Censo Agropecuário 2017 (BRASIL, 2019b).

Figura 17 – Produção agropecuária e extrativista vegetal, segundo região do modelo, Brasil, 2017 (em % do total no Brasil).

Considerando um choque de produtividade – aumento de 1% na produtividade familiar ou na patronal, do modelo estático com 76 setores, e com base em todo o mecanismo de ajuste que acontece nessas simulações (apresentado anteriormente no esquema da Figura 16), parte-se para a exposição dos resultados. Em resumo, tem-se choques de produtividade, que aumentam a atividade dos setores em análise, e estima-se seu efeito na economia. No total, foram realizadas 32 simulações nesta etapa do trabalho, as quais dão base aos resultados apresentados a seguir.

4.2.1. Efeitos macroeconômicos do aumento de produtividade por setor

A Tabela 11 traz os resultados macroeconômicos em termos de variações percentuais no longo prazo sobre o Produto Interno Bruto (PIB). A perspectiva é de estática comparativa, não mais impactos acumulados até determinado ano selecionado. Vale lembrar que tais resultados representam os efeitos do choque por setor e produto rural, não sendo consideradas quaisquer outras mudanças estruturais. As Tabela A.6,

Tabela A.7 e Tabela A.8 são as que dão base à toda esta subseção 4.2.1 do quarto capítulo desta Tese bem como trazem os resultados para as demais variáveis macroeconômicas não tratadas extensamente aqui no corpo do texto.

Tabela 11 – Impactos no PIB (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade por setor rural do modelo, Brasil, longo prazo.

Simulação ³¹	Aumento de produtividade no produto como um todo	Aumento de produtividade só no setor Familiar	Aumento de produtividade só no setor Patronal
1 Arroz	0,0031	0,0003	0,0028
2 Trigo e outros cereais	0,0008	0,0001	0,0007
3 Milho	0,0072	0,0010	0,0062
4 Algodão (fibra) temporário	0,0022	0,0000	0,0022
5 Cana-de-açúcar	0,0108	0,0005	0,0103
6 Soja	0,0277	0,0016	0,0261
7 Mandioca	0,0013	0,0011	0,0002
8 Fumo (em folha)	0,0013	0,0010	0,0003
9 Algodão Arbóreo	0,0002	0,0002	0,0001
10 Outras frutas cítricas	0,0003	0,0001	0,0003
11 Tomate	0,0006	0,0002	0,0004
12 Batata inglesa	0,0007	0,0002	0,0005
13 Cebola	0,0007	0,0005	0,0002
14 Amendoim	0,0006	0,0003	0,0003
15 Abacaxi	0,0007	0,0005	0,0002
16 Banana	0,0005	0,0003	0,0002
17 Feijão	0,0012	0,0006	0,0006
18 Açaí	0,0004	0,0003	0,0001
19 Cacau	0,0005	0,0002	0,0003
20 Cajú (castanha)	0,0005	0,0002	0,0003
21 Guaraná	0,0003	0,0003	0,0000
22 Uva (vinho ou suco)	0,0004	0,0003	0,0001
23 Outros temporários	0,0021	0,0009	0,0011
24 Laranja	0,0013	0,0002	0,0011
25 Café	0,0042	0,0013	0,0030
26 Outros permanentes	0,0007	0,0003	0,0004
27 Bovinos e outros animais	0,0241	0,0094	0,0147
28 Leite de vaca e de outros	0,0058	0,0037	0,0020
29 Suínos	0,0024	0,0009	0,0015
30 Aves e ovos	0,0058	0,0016	0,0042
31 Silvicultura	0,0043	0,0006	0,0037
32 Extração vegetal	0,0012	0,0008	0,0004

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomass.

A atenção é chamada, aqui, para o poder da soja e da cana-de-açúcar patronais e da pecuária nos setores nomeados Bovinos e Outros Animais (familiar e patronal). Um aumento de 1% na produtividade dessas culturas no Brasil seria capaz de afetar o PIB

³¹ Deve-se frisar que cada linha da Tabela 11 representa uma simulação diferente, ou seja, foram realizadas 32 diferentes simulações somente com o modo de operação em estática comparativa do modelo desta Tese. Em cada uma dessas 32 simulações o aumento de produtividade de 1% foi concedido somente na produção da *commodity* em análise. O que significa, porém, um aumento de produtividade em dois diferentes setores responsáveis pela produção da referida *commodity*: o familiar e o patronal.

brasileiro. Os setores de milho, de aves e ovos e da silvicultura patronais, juntamente com o de leite de vaca e de outros animais familiar, estão em um segundo patamar de impacto sobre o PIB no Brasil via produtividade. Por fim, o leite de vaca e de outros animais chama a atenção também por seu poder, no que diz respeito ao PIB, ser bem balanceado entre seus setores familiar e patronal.

A título de exemplo, note a linha da soja na Tabela 11. O resultado deve ser interpretado como variação percentual anual do PIB real, no longo prazo. Assim, os resultados sugerem que o aumento de produtividade somente da soja (familiar e patronal) em 1% tem um impacto sobre o PIB nacional de 0,03% positivo, mas com efeitos diferenciados considerando a agricultura familiar e patronal. O aumento da produtividade patronal, no caso da soja, domina o efeito sobre o PIB – aproximadamente todo o valor de 0,03%, enquanto o setor Soja Familiar fica em 0,002% –, conforme pode ser verificado na Tabela 11. Essa mesma análise também pode ser feita para as regiões, sempre no intuito de se saber, seguindo com o exemplo da *commodity* soja, onde a soja tem um efeito mais importante sobre o PIB, por exemplo. Assim, as duas próximas subseções deste capítulo – 4.2.2 e 4.2.3 – trazem os efeitos regionais para os principais produtos rurais familiares e patronais respectivamente.

A *commodity* que apresenta um melhor balanço em termos de seus setores familiar e patronal é aquela que representa os bovinos e outros animais que não considerados em separadamente em outros setores do modelo. A pecuária bovina é caracterizada por ser um setor de alta influência nos indicadores macroeconômicos, conforme pode ser observado na Tabela A.6. Os efeitos mais significativos são observados sobre o PIB e seu deflator.

A cana-de-açúcar também chama a atenção, mas essa é pelo fato de tal *commodity* ter apresentado resultados importantes quase que exclusivamente em termos patronais na variável macroeconômica considerada (Tabela A.8). Na contramão da cana-de-açúcar, mas ainda com base nos resultados nacionais (Tabela 11), encontra-se uma importância maior na parte familiar para outras *commodities* rurais, tais como nos casos do leite de vaca e de outros animais ou da mandioca. De uma forma geral, os aumentos no salário, no estoque de capital e no investimento são os destaques em termos do leite familiar (Tabela A.7). Além disso, os aumentos no PIB e no consumo nacionais também se mostraram importantes. Por fim, analisando-se uma *commodity* historicamente familiar no Brasil – a mandioca –, o destaque fica para o poder no aumento do salário nacional (Tabela A.7).

Os resultados regionais são apresentados nas subseções subsequentes. Conforme já mencionado, tais achados são colocados de forma distinta por tipo de setores: familiar e patronal.

4.2.2. Efeitos regionais do aumento de produtividade rural familiar

Quando se trata dos efeitos regionais do aumento de produtividade por cultura e setor rural, faz-se uma vez mais a distinção (a título de apresentação dos resultados) entre setores familiares e patronais. A Tabela 12 traz os resultados selecionados – Produto Interno Bruto (PIB) – por região para os dez produtos rurais familiares que mais impactam a variável macroeconômica de interesse.

O destaque, em termos dos setores familiares, vai para os aumentos no PIB em regiões específicas de Amazônia e de Caatinga nos setores de Bovinos e Outros Animais e de Leite de Vaca e de Outros Animais. Além disso, observa-se um crescimento, de forma geral, bem distribuído pelas regiões do modelo no que diz respeito ao setor de Aves e Ovos (com exceção da região de Caatinga em Sergipe – SE) e um expressivo crescimento do PIB na Amazônia Tocantinense a partir de um aumento de produtividade no abacaxi familiar.

Tabela 12 – Impactos no PIB (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade em setores familiares selecionados, segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.

Região	Simulação									
	Abacaxi Familiar	Aves e Ovos Familiar	Bovinos e Outros Animais Familiar	Café Familiar	Extração Vegetal Familiar	Feijão Familiar	Leite de Vaca e de Outros Animais Familiar	Mandioca Familiar	Milho Familiar	Soja Familiar
1 RO_Amazonia	0,0011	0,0038	0,0319	0,0047	0,0012	0,0004	0,0131	0,0011	0,0014	0,0012
2 AC_Amazonia	0,0030	0,0043	0,0209	0,0009	0,0046	0,0008	0,0057	0,0122	0,0025	0,0007
3 AM_Amazonia	0,0029	0,0011	0,0061	0,0001	0,0025	0,0002	0,0082	0,0064	0,0002	0,0004
4 RR_Amazonia	0,0004	0,0017	0,0151	0,0011	0,0010	0,0004	0,0043	0,0013	0,0010	0,0011
5 PA_Amazonia	0,0037	0,0033	0,0178	0,0005	0,0062	0,0009	0,0078	0,0078	0,0014	0,0014
6 AP_Amazonia	0,0027	0,0016	0,0108	0,0007	0,0027	0,0007	0,0057	0,0024	0,0003	0,0009
7 TO_Amazonia	0,0228	0,0048	0,0627	0,0004	0,0011	0,0023	0,0213	0,0072	0,0025	0,0011
8 MA_Amazonia	0,0006	0,0018	0,0102	0,0004	0,0014	0,0006	0,0032	0,0025	0,0008	0,0009
9 MT_Amazonia	0,0008	0,0044	0,0494	0,0007	0,0025	0,0004	0,0154	0,0018	0,0024	0,0043
10 TO_Cerrado	0,0047	0,0030	0,0214	0,0004	0,0014	0,0008	0,0079	0,0024	0,0015	0,0016
11 MA_Cerrado	0,0028	0,0024	0,0225	0,0003	0,0065	0,0031	0,0039	0,0073	0,0025	0,0009
12 PI_Cerrado	0,0001	0,0007	0,0008	0,0005	-0,0001	0,0002	0,0011	0,0006	0,0005	0,0010
13 BA_Cerrado	0,0002	0,0018	0,0133	0,0005	0,0041	0,0017	0,0044	0,0015	0,0015	0,0015
14 MG_Cerrado	0,0017	0,0024	0,0164	0,0059	0,0003	0,0011	0,0104	0,0017	0,0016	0,0019
15 SP_Cerrado	-0,0001	0,0013	0,0066	0,0007	0,0005	0,0004	0,0027	0,0005	0,0007	0,0013
16 PR_Cerrado	0,0004	0,0013	0,0051	0,0003	0,0044	0,0009	0,0028	0,0006	0,0010	0,0011
17 MS_Cerrado	0,0005	0,0032	0,0220	0,0003	0,0006	0,0002	0,0092	0,0014	0,0014	0,0019
18 MT_Cerrado	0,0005	0,0029	0,0207	0,0005	0,0005	0,0006	0,0085	0,0010	0,0017	0,0025
19 GO_Cerrado	0,0004	0,0031	0,0187	0,0006	0,0003	0,0003	0,0086	0,0007	0,0017	0,0023
20 DF_Cerrado	-0,0001	0,0004	0,0066	0,0003	-0,0002	-0,0002	0,0015	-0,0001	0,0003	0,0006
21 MA_Caatinga	0,0008	0,0006	-0,0158	0,0014	0,0004	-0,0017	0,0025	-0,0014	-0,0010	0,0015
22 PI_Caatinga	0,0003	0,0003	-0,0319	0,0013	-0,0023	-0,0008	-0,0019	0,0007	0,0003	0,0017
23 CE_Caatinga	0,0011	0,0019	0,0083	0,0007	0,0013	0,0028	0,0037	0,0007	0,0015	0,0013
24 RN_Caatinga	0,0017	0,0022	0,0164	0,0003	0,0007	0,0033	0,0046	0,0018	0,0010	0,0008
25 PB_Caatinga	0,0081	0,0028	0,0214	0,0005	0,0018	0,0038	0,0107	0,0009	0,0013	0,0009
26 PE_Caatinga	0,0014	0,0040	0,0326	0,0005	0,0019	0,0049	0,0102	0,0021	0,0028	0,0011
27 AL_Caatinga	0,0010	0,0020	0,0273	0,0009	0,0006	0,0088	0,0076	0,0038	0,0025	0,0014
28 SE_Caatinga	0,0001	-0,0029	-0,0308	0,0015	0,0005	0,0000	-0,0059	0,0016	-0,0009	0,0022
29 BA_Caatinga	0,0031	0,0027	0,0487	0,0019	0,0102	0,0079	0,0107	0,0030	0,0022	0,0009
30 MG_Caatinga	0,0004	0,0005	-0,0069	0,0015	0,0002	-0,0003	-0,0012	0,0007	0,0013	0,0024
31 RN_MATlantic	0,0004	0,0012	0,0043	0,0005	0,0000	0,0007	0,0014	0,0004	0,0005	0,0009
32 PB_MATlantic	0,0027	0,0007	0,0052	0,0005	0,0000	0,0011	0,0013	0,0010	0,0007	0,0010
33 PE_MATlantic	0,0015	0,0022	0,0043	0,0005	0,0016	0,0007	0,0010	0,0006	0,0015	0,0010
34 AL_MATlantic	0,0015	0,0011	0,0069	0,0005	0,0000	0,0009	0,0014	0,0014	0,0004	0,0010
35 SE_MATlantic	0,0003	0,0003	0,0059	0,0011	0,0006	0,0003	0,0014	0,0005	0,0003	0,0015
36 BA_MATlantic	-0,0001	0,0012	0,0082	0,0010	0,0039	0,0005	0,0022	0,0011	0,0006	0,0009
37 MG_MATlantic	0,0002	0,0011	0,0084	0,0063	0,0000	0,0006	0,0048	0,0006	0,0008	0,0008
38 ES_MATlantic	0,0027	0,0016	0,0096	0,0161	0,0002	0,0006	0,0032	0,0004	0,0008	0,0008
39 RJ_MATlantic	0,0006	0,0006	0,0087	0,0002	0,0002	0,0001	0,0016	0,0003	0,0002	0,0005
40 SP_MATlantic	-0,0001	0,0007	0,0044	0,0004	0,0004	0,0003	0,0013	0,0003	0,0004	0,0008
41 PR_MATlantic	0,0003	0,0033	0,0141	0,0008	0,0007	0,0018	0,0062	0,0014	0,0027	0,0049
42 SC_MATlantic	0,0002	0,0027	0,0169	0,0005	0,0009	0,0005	0,0080	0,0009	0,0021	0,0019
43 RS_MATlantic	0,0007	0,0083	0,0150	0,0002	0,0006	0,0017	0,0115	0,0053	0,0051	0,0119
44 MS_MATlantic	0,0002	0,0046	0,0221	0,0004	0,0004	-0,0001	0,0098	0,0046	0,0034	0,0059
45 GO_MATlantic	0,0001	0,0022	0,0185	0,0005	0,0004	0,0004	0,0070	0,0010	0,0016	0,0033
46 RS_Pampa	0,0002	0,0013	0,0096	0,0004	0,0002	0,0007	0,0026	0,0032	0,0009	0,0022
47 MS_Pantanal	0,0028	0,0020	0,0173	0,0003	0,0005	0,0003	0,0066	0,0017	0,0010	0,0007
48 MT_Pantanal	0,0000	0,0017	0,0096	0,0011	0,0006	0,0008	0,0052	0,0004	0,0012	0,0012

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomass.

Ao se considerar somente o setor Soja Familiar, por exemplo, o destaque passa a ser para o aumento no PIB da Mata Atlântica. Deve-se recordar, porém, da pequena importância, em termos nacionais, do setor Soja Familiar quando comparado ao setor Soja Patronal (a ser analisado na subseção seguinte).

De uma forma geral, o aumento de produtividade familiar simulado, levou a aumentos no PIB bem distribuídos pelas regiões do modelo. São poucas as exceções que chamam a atenção; quer por aumentos expressivos, quer por possíveis contrações no PIB regional. Uma das possíveis explicações para os valores negativos, na Tabela 12, se é a possibilidade de redução de fatores empregados na produção do setor de produtividade aumentada.

Ao se analisar o aumento de produtividade somente no setor Milho Familiar, os maiores efeitos são sobre o PIB da Mata Atlântica gaúcha e sul mato-grossense. Alguns outros efeitos menores podem ser observados em diversas regiões.

Os efeitos do aumento da produtividade no setor de Café Familiar sobre o PIB regional são observados principalmente na Mata Atlântica capixaba. As magnitudes de um segundo patamar seriam as desse mesmo bioma e do Cerrado em Minas Gerais (MG).

O destaque, em termos do setor Bovinos e Outros Animais Familiar, fica mesmo naquelas regiões (Amazônia no Tocantins – TO – e em Mato Grosso – MT) – o que pode ser sinal positivo com relação à toda a questão da expansão da fronteira agropecuária sobre a Amazônia (uma vez que choque positivo de produtividade poupa uso da terra e traz menos desmatamento) –, com o aparecimento da Caatinga baiana em um próximo nível, em termos de PIB. De uma forma geral, é possível observar resultados positivos em todos os biomas, com exceção de regiões pontuais no bioma Caatinga (no Maranhão – MA –, no Piauí – PI –, em Sergipe – SE – e em MG).

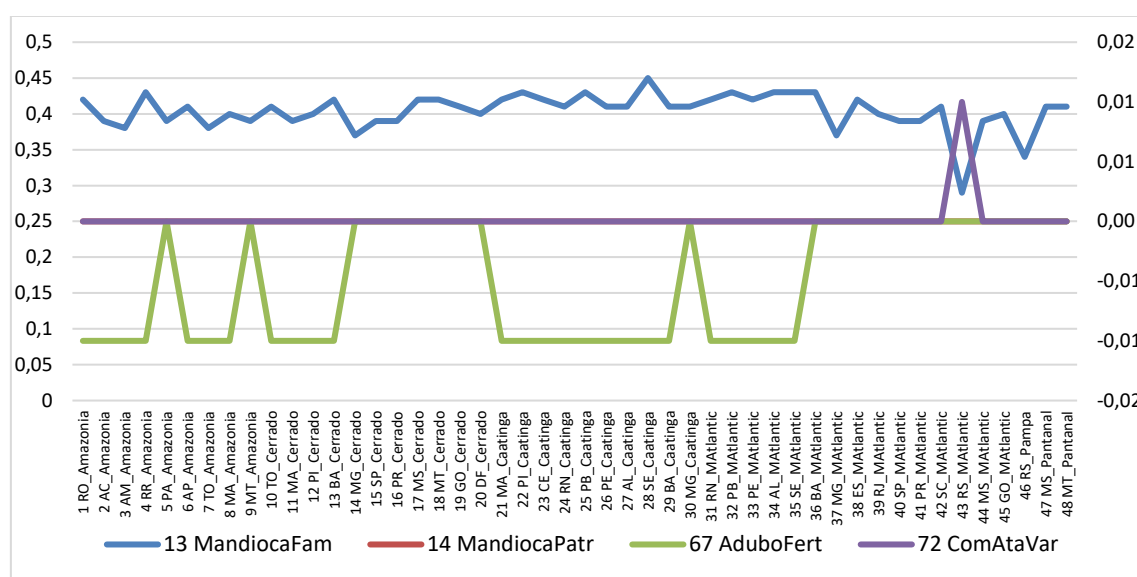
Quanto ao leite, como já mencionado, espera-se efeitos mais expressivos para os aumentos de produtividade no setor familiar. Os efeitos são diferenciados dentro de um mesmo bioma. O bioma Amazônia, por exemplo, apresenta regiões de destaque (no TO, em MT e em Rondônia – RO). Compare, por exemplo, a Amazônia nos estados mencionados com esse mesmo bioma Amazônia no MA.

Por fim, quanto à mandioca, confirmada a suspeita de que os resultados para os efeitos encontrados se concentram em algumas regiões, a Amazônia em geral e o Acre – AC – em particular chamam a atenção, principalmente em termos de PIB. Em um segundo patamar, está a região maior produtora brasileira do cultivo, qual seja, a Amazônia no Pará – PA.

O aumento na produtividade de um produto rural específico afeta diretamente a produção desta mesma *commodity*. Indiretamente, porém, após toda aquela cadeia de causalidades explicitada no princípio desta seção 4.2 do texto, levará a ajustes na alocação de fatores e conseqüentemente na quantidade produzida por todos os setores do modelo.

Nesta subseção do trabalho, bem como na próxima (4.2.3) apresenta-se também alguns gráficos explicativos com os resultados sobre os mais variados setores, da simulação de aumento de produtividade em alguns dos principais setores familiares e patronais respectivamente. Dois dos principais setores familiares aqui selecionados são os setores Mandioca Familiar e Bovinos e Outros Animais Familiar.

Considera-se, inicialmente, a *commodity* Mandioca. De uma forma geral e em se tratando espacialmente, a mandioca é o principal cultivo familiar brasileiro. Seguem os resultados para tal setor dessa *commodity* (Gráfico 3).

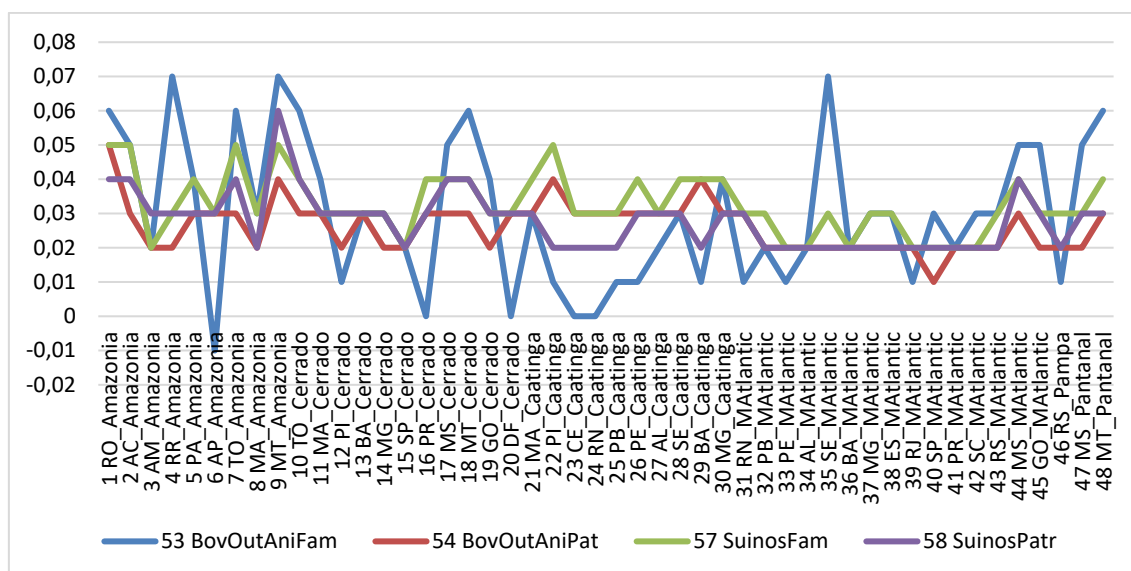


Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomas.

Gráfico 3 – Impactos na produção setorial (variações percentuais anuais) a partir de um aumento de produtividade no setor Mandioca Familiar (eixo principal), segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.

Os impactos setoriais (variações percentuais anuais) de longo prazo a partir de um aumento de 1% na produtividade do setor Mandioca Familiar, segundo região do modelo brasileiro além, claro, de nesse setor específico (positivamente), se concentram, em termos de produção, no setor de comércio da Mata Atlântica gaúcha e no setor de adubos e fertilizantes em diversas regiões (negativamente) – eixo secundário. Uma das possíveis explicações para tal resultado negativo é a possibilidade de se diminuir a utilização de adubos e fertilizantes uma vez que um dos setores agrícolas se tornou mais produtivo. Não há efeito significativo de longo prazo observado sobre o setor Mandioca Patronal. Deve-se lembrar que o setor patronal da produção de mandioca no Brasil é pequeno quando comparado ao setor familiar.

De volta ao principal setor pecuário familiar, analisa-se os bovinos e outros animais. Para devida análise dos resultados para a *commodity* bovinos e outros animais da produção familiar, considere o Gráfico 4.



Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomas.

Gráfico 4 – Impactos na produção setorial (variações percentuais anuais) a partir de um aumento de produtividade no setor Bovinos e Outros Animais Familiar, segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.

Os impactos do aumento de produtividade no setor Bovinos e Outros Animais Familiar são bastante diferenciados regionalmente. Os principais impactos, porém, foram sobre os setores de suínos, tanto familiar quanto patronal, e sobre o setor patronal do mesmo produto pecuário. Os resultados mostram maiores ganhos na pecuária suína patronal da Amazônia em MT. Outros resultados que chamam a atenção quando da análise do setor Bovinos e Outros Animais Familiar são os ganhos nos suínos familiares amazônicos.

A próxima subseção tem a mesma ideia desta que é finalizada. Porém, tratará, por outro lado, dos principais cultivos patronais brasileiros.

4.2.3. Efeitos regionais do aumento de produtividade rural patronal

Esta subseção do texto, a exemplo da anterior, versa sobre os efeitos sobre o Produto Interno Bruto (PIB) do aumento de produtividade no campo. De forma distinta da subseção anterior, porém, esta focaliza os setores patronais (Tabela 13).

Tabela 13 – Impactos no PIB (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade em setores patronais selecionados, segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.

Região	Simulação									
	Algodão (fibra) Patronal	Arroz Patronal	Aves e Ovos Patronal	Bovinos e Outros Animais Patronal	Café Patronal	Cana-de-açúcar Patronal	Leite de Vaca e de Outros Animais Patronal	Milho Patronal	Silvicultura Patronal	Soja Patronal
1 RO_Amazonia	0,0009	0,0032	0,0108	0,0477	0,0021	0,0012	0,0062	0,0092	0,0035	0,0312
2 AC_Amazonia	0,0007	0,0008	0,0089	0,0277	0,0012	0,0159	0,0029	0,0056	0,0029	0,0105
3 AM_Amazonia	0,0001	-0,0003	0,0020	0,0061	0,0003	-0,0005	0,0022	0,0004	0,0012	0,0036
4 RR_Amazonia	0,0019	0,0033	0,0036	0,0146	0,0026	0,0046	0,0018	0,0053	0,0031	0,0254
5 PA_Amazonia	0,0007	0,0017	0,0096	0,0287	0,0011	0,0035	0,0044	0,0065	0,0057	0,0216
6 AP_Amazonia	0,0012	0,0015	0,0029	0,0148	0,0018	0,0053	0,0058	0,0038	0,0030	0,0165
7 TO_Amazonia	0,0008	0,0016	0,0080	0,2132	0,0008	0,0088	0,0097	0,0209	0,0038	0,0366
8 MA_Amazonia	0,0008	0,0015	0,0039	0,0174	0,0011	0,0036	0,0018	0,0051	0,0034	0,0146
9 MT_Amazonia	0,0143	0,0100	0,0144	0,0924	-0,0001	0,0260	0,0069	0,0901	0,0065	0,4601
10 TO_Cerrado	0,0006	0,0231	0,0076	0,0384	0,0009	0,0144	0,0044	0,0148	0,0026	0,0942
11 MA_Cerrado	0,0006	0,0042	0,0071	0,0259	0,0007	0,0200	0,0023	0,0354	0,0083	0,1311
12 PI_Cerrado	0,0008	0,0022	0,0025	0,0081	0,0011	0,0107	0,0008	0,0238	0,0017	0,0842
13 BA_Cerrado	0,1223	0,0016	0,0075	0,0186	0,0112	0,0051	0,0025	0,0446	0,0030	0,3949
14 MG_Cerrado	0,0012	0,0012	0,0071	0,0292	0,0303	0,0370	0,0104	0,0148	0,0086	0,0435
15 SP_Cerrado	0,0012	0,0010	0,0053	0,0121	0,0035	0,0537	0,0014	0,0039	0,0050	0,0141
16 PR_Cerrado	0,0006	0,0002	0,0022	0,0097	0,0008	0,0015	0,0019	0,0110	0,0736	0,0638
17 MS_Cerrado	0,0058	0,0011	0,0088	0,0584	0,0007	0,0475	0,0051	0,0308	0,0127	0,1049
18 MT_Cerrado	0,0567	0,0025	0,0095	0,0361	0,0010	0,0114	0,0044	0,0501	0,0037	0,2283
19 GO_Cerrado	0,0012	0,0023	0,0089	0,0348	0,0013	0,0393	0,0055	0,0222	0,0025	0,0794
20 DF_Cerrado	0,0004	0,0007	0,0010	0,0084	0,0009	0,0035	0,0006	0,0021	0,0009	0,0091
21 MA_Caatinga	0,0024	0,0036	0,0051	0,0082	0,0034	0,0066	0,0008	0,0079	0,0040	0,0289
22 PI_Caatinga	0,0021	0,0027	0,0020	0,0120	0,0030	0,0060	0,0015	0,0067	0,0027	0,0258
23 CE_Caatinga	0,0020	0,0016	0,0072	0,0114	0,0016	0,0043	0,0022	0,0042	0,0026	0,0142
24 RN_Caatinga	0,0012	0,0006	0,0049	0,0165	0,0007	0,0071	0,0035	0,0022	0,0021	0,0074
25 PB_Caatinga	0,0019	0,0010	0,0045	0,0181	0,0013	0,0053	0,0044	0,0032	0,0009	0,0118
26 PE_Caatinga	0,0011	0,0014	0,0178	0,0190	0,0012	0,0056	0,0060	0,0048	0,0017	0,0118
27 AL_Caatinga	0,0014	0,0035	0,0084	0,0192	0,0020	0,0170	0,0062	0,0076	0,0019	0,0187
28 SE_Caatinga	0,0029	0,0035	0,0011	0,0081	0,0035	0,0037	-0,0004	0,0093	0,0023	0,0309
29 BA_Caatinga	0,0011	0,0009	0,0033	0,0270	0,0033	0,0129	0,0041	0,0043	0,0022	0,0099
30 MG_Caatinga	0,0022	0,0035	0,0036	0,0030	0,0034	0,0246	0,0012	0,0105	0,0030	0,0320
31 RN_MATlantic	0,0013	0,0008	0,0028	0,0077	0,0011	0,0143	0,0007	0,0025	0,0016	0,0097
32 PB_MATlantic	0,0019	0,0011	0,0017	0,0075	0,0013	0,0287	0,0005	0,0031	0,0015	0,0127
33 PE_MATlantic	0,0011	0,0013	0,0043	0,0071	0,0011	0,0252	0,0005	0,0040	0,0019	0,0114
34 AL_MATlantic	0,0011	0,0012	0,0028	0,0103	0,0013	0,0563	0,0008	0,0031	0,0018	0,0127
35 SE_MATlantic	0,0023	0,0023	0,0013	0,0100	0,0027	0,0086	0,0005	0,0050	0,0020	0,0233
36 BA_MATlantic	0,0010	0,0012	0,0031	0,0112	0,0037	0,0048	0,0012	0,0028	0,0042	0,0114
37 MG_MATlantic	0,0005	0,0005	0,0037	0,0142	0,0141	0,0022	0,0037	0,0030	0,0031	0,0072
38 ES_MATlantic	0,0004	0,0005	0,0072	0,0134	0,0174	0,0020	0,0018	0,0028	0,0036	0,0060
39 RJ_MATlantic	0,0003	0,0002	0,0006	0,0082	0,0005	0,0014	0,0005	0,0004	0,0012	0,0040
40 SP_MATlantic	0,0008	0,0009	0,0022	0,0071	0,0010	0,0087	0,0007	0,0020	0,0023	0,0081
41 PR_MATlantic	0,0007	0,0014	0,0081	0,0212	0,0013	0,0062	0,0030	0,0123	0,0089	0,0436
42 SC_MATlantic	0,0025	0,0032	0,0060	0,0222	0,0010	-0,0017	0,0032	0,0049	0,0107	0,0134
43 RS_MATlantic	0,0005	0,0026	0,0102	0,0216	0,0005	-0,0016	0,0042	0,0087	0,0042	0,0595
44 MS_MATlantic	0,0006	0,0020	0,0105	0,0591	0,0006	0,0718	0,0049	0,0707	0,0023	0,2298
45 GO_MATlantic	0,0008	0,0016	0,0669	0,0492	0,0010	0,3234	0,0055	0,0138	0,0024	0,0704
46 RS_Pampa	0,0007	0,0391	0,0032	0,0187	0,0009	0,0001	0,0012	0,0037	0,0061	0,0441
47 MS_Pantanal	0,0006	0,0103	0,0051	0,0675	0,0009	0,0036	0,0036	0,0050	0,0023	0,0186
48 MT_Pantanal	0,0015	0,0021	0,0041	-0,0051	0,0027	0,0051	0,0023	0,0067	0,0030	0,0274

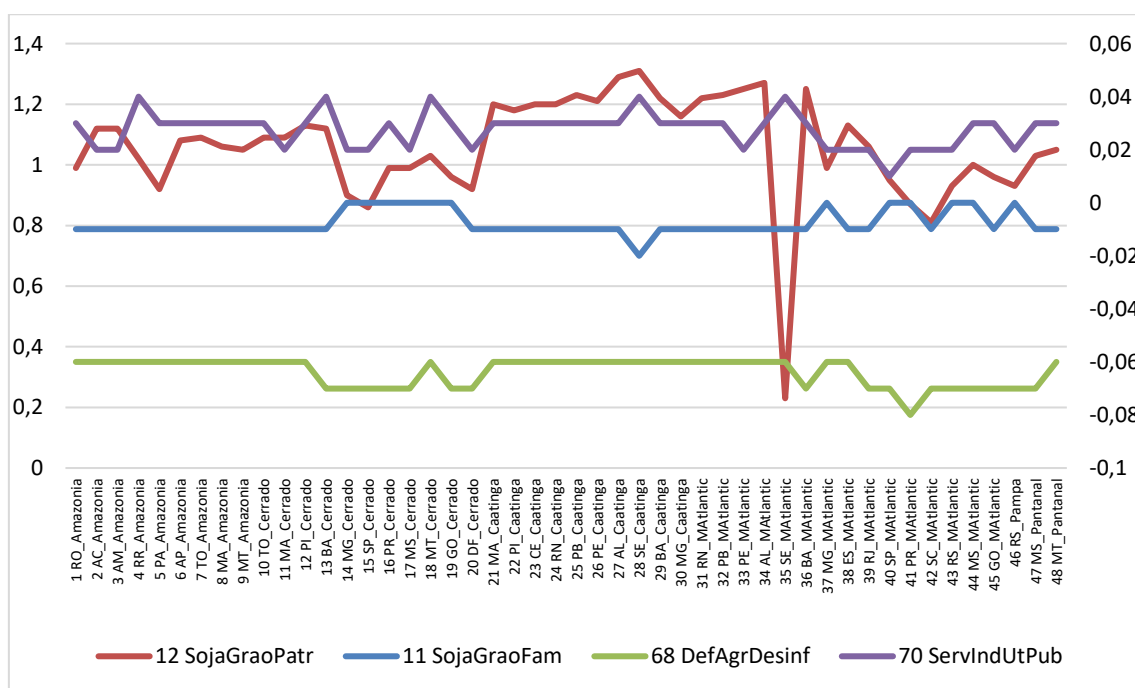
Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomass.

O destaque, em termos dos setores patronais, vai para os aumentos no PIB em decorrência do aumento de produtividade no setor Soja Patronal. As regiões de destaque são, principalmente, a Amazônia e o Cerrado mato-grossense, além da Mata Atlântica em Mato Grosso do Sul (MS) e do Cerrado baiano. Observa-se um crescimento, de forma

expressiva, no PIB da Mata Atlântica goiana por conta da cana-de-açúcar patronal e da Amazônia tocantinense por conta da pecuária bovina patronal.

Conforme mencionado na subseção anterior, o aumento na produtividade de um produto rural específico afeta diretamente a produção desta mesma *commodity* e, indiretamente, a alocação de fatores e consequentemente a quantidade produzida por todos os setores do modelo após toda aquela cadeia de causalidades explicitada no princípio na Figura 16. Aqui, a exemplo do ocorrido na subseção anterior (4.2.2), alguns gráficos explicativos também são apresentados com os resultados da simulação do aumento de produtividade em alguns dos principais setores patronais, quais sejam, Soja Patronal e Bovinos e Outros Animais Patronal sobre os demais setores do modelo.

A análise sobre o setor Soja Patronal, aquele que responde por grande parte da produção de soja no Brasil, pode ser feita através do Gráfico 5. Tal gráfico apresenta os resultados por região e por setor a partir do aumento de 1% na produtividade da soja patronal brasileira.



Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomass.

Gráfico 5 – Impactos na produção setorial (variações percentuais anuais) a partir de um aumento de produtividade no setor Soja Patronal (eixo principal), segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.

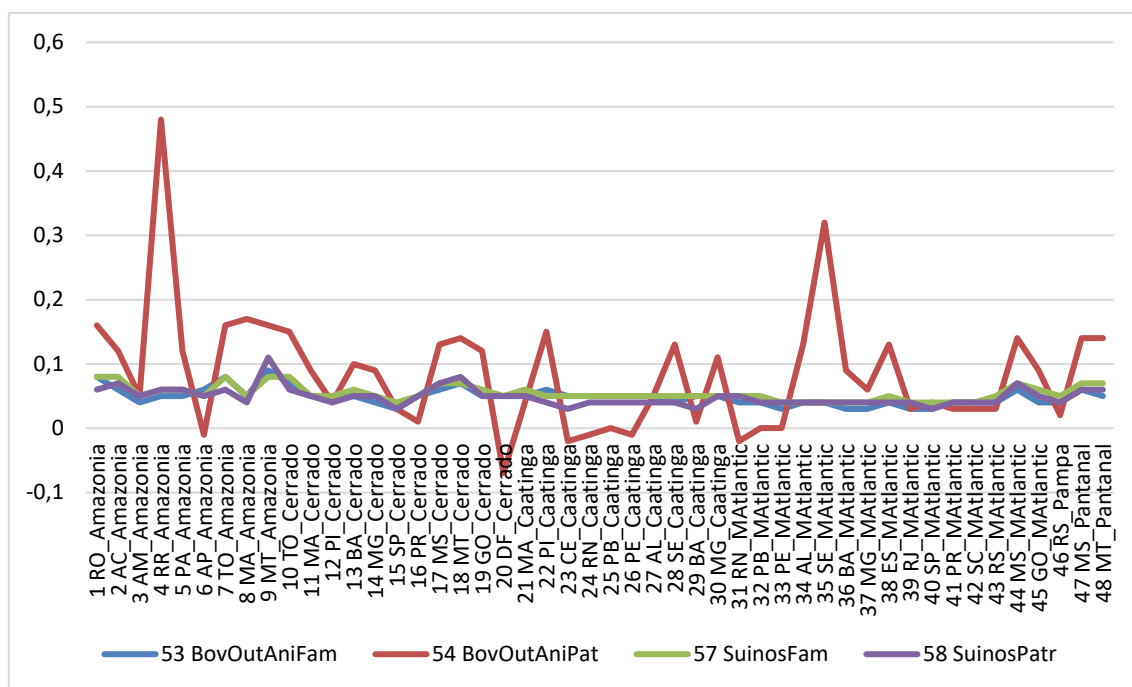
Os impactos do aumento de 1% na produtividade da soja patronal, estes sim, apresentam um padrão de efeitos; claramente, o efeito positivo sobre a soja patronal (eixo

principal), mas é interessante observar, também, um pequeno impacto negativo sobre a soja familiar (eixo secundário). Isso pode ser um indício de que, com uma soja patronal mais produtiva, parte ainda maior, da soja brasileira demandada, será contemplada pelo setor patronal desta *commodity*. As maiores quedas em termos de produção setorial são observadas no setor de defensivos agrícolas (eixo secundário). O setor Serviços Industriais de Utilidade Pública apresentou os maiores ganhos produtivos após a soja patronal (eixo secundário). Esses são os maiores destaques, mas cabe pontuar que a produtividade da soja em seu setor patronal também afeta significativamente o setor Transporte de Carga.

Com relação à simulação quanto ao aumento de produtividade do milho patronal, os destaques ficam mesmo no crescimento do PIB naquelas regiões expressivas em termos de soja patronal: Mato Grosso (MT) – Amazônia e Cerrado –, Bahia (BA) – Cerrado – e MS – Mata Atlântica. Após a análise da produção de milho, parte-se para a análise de mais uma *commodity* tradicionalmente produzida no Brasil: o café. Com relação ao café patronal, as regiões de Cerrado e de Mata Atlântica em Minas Gerais (MG), bem como as de Cerrado na BA e de Mata Atlântica no Espírito Santo (ES) chamam a atenção com os maiores ganhos em termos de PIB regional a partir de um aumento de 1% na produtividade do setor no país. Chama a atenção também o fato da região do nordeste de São Paulo (SP) – Mogiana Paulista –, importante produtora cafeeira nacional ou a Mata Atlântica paranaense (na qual a produção de café é sim importante, sendo responsável inclusive pelo surgimento de cidades como Londrina e Maringá) não aparecerem com resultados destacados.

Quando se analisa os efeitos no PIB de um aumento de produtividade na parte patronal da produção/criação de bovino e de outros animais – lembrando que a perspectiva aqui ainda é a de estática comparativa com os resultados sendo apresentados em termos de variações percentuais anuais por região – os destaques são a Amazônia em TO e em MT. Tal resultado, uma vez mais, chama a atenção pelo fato de tais regiões se inserirem na dita fronteira de expansão da agropecuária sobre a Amazônia.

Os resultados para o setor Bovinos e Outros Animais Patronal, em termos dos impactos do aumento de 1% na produtividade do setor sobre os demais setores, se parecem de certa com aqueles apresentados na análise para o setor familiar desta mesma criação (Gráfico 6 e Gráfico 4). O maior destaque é o setor Suínos Patronal na Amazônia mato-grossense, conforme pode ser observado no Gráfico 6.



Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomass.

Gráfico 6 – Impactos na produção setorial (variações percentuais) a partir de um aumento de produtividade no setor Bovinos e Outros Animais Patronal, segundo região do modelo, Brasil, longo prazo.

Quanto a cana-de-açúcar, como já ressaltado anteriormente, a parte de maior interesse é a sua vertente patronal. Os resultados de longo prazo quanto aos impactos sobre o PIB (variações percentuais anuais) a partir de aumentos de produtividade no setor Cana-de-açúcar Patronal, segundo região do modelo brasileiro utilizado, destacam a pequena região de Mata Atlântica em Goiás (GO). Já quanto ao leite, apesar de menor importância nacionalmente, quando comparada ao setor familiar desta *commodity*, é interessante se analisar os resultados para o setor Leite de Vaca e de Outros Animais Patronal na busca de indicações de efeitos diferenciados. São dois os maiores destaques aqui. Primeiro, o aumento no PIB do Cerrado em MG. Por fim, a elevação no produto também daquela Amazônia tocantinense que tanto se destacava na simulação quanto aos bovinos.

Em suma, o que todos os resultados apresentados sugerem é que a metodologia utilizada, bem como o modelo construído nesta Tese, podem ser uma ferramenta de análise de impacto, a partir de resultados de simulação, de choques de produtividade. Sendo assim, modelos como o desta Tese podem ser ferramentas importantes a instituições tais como, por exemplo, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) ou mesmo ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Isso porque modelos como o aqui utilizado são capazes de gerar resultados a fornecerem informações sobre como avaliar *ex-ante* um projeto de melhora produtiva de algum cultivo. Afinal, a situação pode ser, como apontado neste estudo, que um determinado produto – bovinos e outros animais – contribua mais para o PIB nacional, e outro – soja – que contribua mais para as exportações etc. Além disso, pode-se levantar questões tais como a de redução das desigualdades regionais segundo a análise dos resultados da simulação.

4.3. Discussão dos resultados

Esta subseção é aquela na qual se discute os resultados do esforço de pesquisa desta Tese. Aqui, busca-se fornecer contexto à pesquisa realizada, explicitando o que aqueles resultados, colocados na seção anterior deste documento, apontam; bem como suas respectivas relevâncias. Como parte da discussão, incorpora-se aqui elementos da revisão de literatura realizada e previamente colocada no Capítulo 2. Além disso, descreve-se o significado e as principais implicações daquilo que, através deste estudo, foi encontrado e inferido.

Para princípio de discussão aqui, vale lembrar as questões de pesquisa e objetivos identificados e apresentados na introdução desta Tese. O principal objetivo deste trabalho foi estudar os impactos do crédito rural e das mudanças de produtividade nos setores rurais do Brasil. Variados impactos porque regionais (considerando-se as Unidades da Federação – UFs – de seus diferentes biomas), setoriais e diferenciados entre os produtores familiares e patronais na agricultura, pecuária, silvicultura e/ou extração vegetal brasileiras.

Em suma e mais especificamente, o que se buscou investigar neste trabalho foi: i. os impactos diretos e indiretos do crédito rural familiar, tais como os fornecidos por programas ao estilo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), na economia brasileira; e ii. os impactos diretos e indiretos de aumentos de produtividade, tais como os promovidos por programas ao estilo Projeto Rural Sustentável (PRS), em setores rurais específicos no Brasil. Assim, buscou-se responder às seguintes questões principalmente: i. “Quais seriam as implicações do crédito rural via Pronaf, entre os anos de 2016 e 2019, no Brasil?”; e ii. “Quais seriam as implicações do aumento da produtividade no campo brasileiro?”.

Adicionalmente, buscou-se quais seriam os setores mais prejudicados ou beneficiados; como se comportaria a renda entre os detentores ou fornecedores de capital, trabalho e terra; e se todos esses efeitos e impactos, diretos ou indiretos, ocorreriam de forma semelhante entre os produtores familiares e patronais. Outra importante análise considerada em ambos os casos é aquela sobre a regionalização do modelo, a qual considera os biomas nacionais.

Sobre quais seriam as implicações da presença, de 2016 a 2019, do Pronaf, a subseção 4.1 anterior mostrou que, quando comparado a um cenário base, todas as regiões do modelo apresentariam ganhos, umas maiores que as outras, e nas mais variadas medidas de interesse. Claramente, regiões com maiores participações na produção agrária familiar, devido ao fato de o Pronaf ser uma modalidade de crédito rural exclusiva a produtores familiares, ganhariam mais que outras de menor importância em termos de magnitude de produção familiar.

Os resultados, para essa simulação, foram apresentados em uma perspectiva de diferencial acumulado até o ano de interesse. Assim, quando se analisa aqueles resultados até o ano de 2020 comparando-os com o cenário base, percebe-se que, nesse primeiro momento, algumas regiões – predominantemente de Caatinga – apresentariam até mesmo algumas pequenas perdas comparativas decorrentes daquele aumento no crédito rural via Pronaf. Isso se deveria ao fato de, uma vez que regiões tradicionalmente produtoras familiares teriam suas demandas por fatores primários mais drasticamente aumentadas, investimentos e empregos migrarem, por exemplo, daquelas regiões de Caatinga, menores produtoras agrárias familiares no geral.

Quando se analisa os resultados por um horizonte de tempo maior, porém, os resultados apontaram aumentos generalizados. Regiões mais vulneráveis e especializadas em setores familiares, então, ganham sobremaneira. Isso porque, geralmente, apresentam matrizes de produção menos complexas e diversificadas, e maiores vazamentos inter-regionais. Produção, emprego e níveis de investimentos são afetados diretamente quando analisados setorialmente. Tais setores têm suas atividades, então, aceleradas.

É necessário ressaltar ainda que não são somente os setores familiares os afetados. Os setores patronais também têm suas atividades impactadas (menores magnitudes, diga-se de passagem) a partir de uma elevação no crédito rural familiar. Além, claro, de alguns setores não-rurais indiretamente afetados, principalmente, setores de fertilizantes e de defensivos, além daqueles de transportes e dos que são parte da indústria de

transformação. Vale ressaltar, uma vez mais, que tais efeitos indiretos são importantes e não devem ser negligenciados.

Outra discussão importante advém da observação de que aquelas regiões com maiores participações da produção rural familiar no Produto Interno Bruto (PIB) regional (Figura 8), Caatinga baiana e pernambucana e Amazônia amazonense e acreana por exemplo, recebem proporcionalmente menos crédito rural familiar. Tal resultado pode estar associado a um problema de restrição de crédito. Isto é, os agricultores familiares mais pobres e menos tecnológicos, aqueles que não no cone sul brasileiro, parecem não conseguirem cumprir e apresentar todos os requisitos do Pronaf. Este é um ponto da política que, se ocorre, deve ser melhorado. Ou seja, trata-se aqui da questão socioambiental das políticas agrícolas estudadas nesta Tese. No que pese as implicações regionais na análise dos resultados macroeconômicos do crédito rural familiar, em certo sentido, a política parece privilegiar mais regiões já mais desenvolvidas. O que, no longo prazo, poderia levar a uma piora da concentração regional.

Quando se parte para a análise da simulação de aumentos de produtividade nos setores rurais do modelo, os resultados são apresentados, na seção anterior (4.2), em uma perspectiva diferente. Agora, não é mais uma ideia de variação percentual acumulada, em comparação a um cenário base, até um ponto escolhido do tempo. A ideia por trás da análise dos impactos de programas, tais como o PRS, que fomentam aumentos de produtividade no campo brasileiro, é a de uma análise em estática comparativa, apresentando variações percentuais anuais esperadas (o fechamento utilizado no modelo, nesse caso, é aquele de longo prazo). A análise aqui, então, não é sobre anos específicos, mas sobre as variações anuais.

De uma forma geral, os aumentos de produtividade aplicados na simulação, dentro da cadeia de efeitos considerada no modelo, diminuem a demanda por fatores primários. Deve-se deixar claro, aqui, que as simulações foram realizadas por produto rural individualmente. Sendo assim, aquela demanda se eleva em cada região de acordo com a especialização (ou não) na produção da *commodity* em análise. Variações na demanda implicarão variações nos preços dos fatores e, assim, o consumo das famílias, as exportações líquidas (considerando-se transações internacionais e inter-regionais) e o nível de investimentos serão todos afetados de uma forma ou de outra. Em última análise, toda a economia regional e nacional é afetada, nas mais variadas magnitudes, refletindo sobre os índices macroeconômicos regionais para o PIB – aqui extensamente analisado –, salário real e, conseqüentemente, nível de emprego, por exemplo.

Quando se parte para uma análise setorial, porém, por adequação de viabilidade daquela análise, selecionou-se aqueles setores mais importantes em termos de efeitos nacionais, tanto na produção dita familiar, quanto na patronal. O setor Mandioca Familiar foi selecionado por essa ser a principal *commodity* familiar, enquanto o Soja Patronal por essa ser a principal patronal. Os setores de bovinos e outros animais foram selecionados devido a tal atividade pecuária ser importante nacionalmente quer em sua produção patronal, quer na familiar. Ainda com relação a esse setor, é importante atentar-se para o fato de que tal setor com grandes impactos econômicos a partir dos ganhos de produtividade está também dentre aqueles mais emissivos em termos de Gases causadores de Efeito Estufa (GEEs). De uma forma geral, os resultados encontrados foram de acordo com aquilo esperado pelas hipóteses levantadas neste estudo.

Faz-se necessária, porém, uma descrição aqui dos principais avanços que esta Tese proporciona ao campo de estudo do qual faz parte. Em termos da temática abordada neste trabalho, a da Economia Agrária e dos Recursos Naturais e Ambientais, o avanço vem no estudo de políticas e programas específicos no meio rural brasileiro com metodologia adequada à análise de impactos almejada. Em termos dessa metodologia utilizada, esta pesquisa aprimora o desenvolvimento de modelos tradicionais de Equilíbrio Geral Computável (EGC) para a economia brasileira e preenche importantes lacunas existentes ao considerar níveis de agregação setoriais e regionais nunca utilizados, de forma bem apoiada na literatura e com importantes justificativas para tanto. Em termos setoriais, o avanço de se considerar os mais variados produtos rurais de forma desagregada em seus setores familiares e patronais não é trivial, mas importante. Em termos regionais, a consideração de características climáticas e geográficas, por exemplo, através da desagregação das UFs brasileiras em diferentes regiões de acordo com os biomas presentes naquela Unidade da Federação (UF), se mostra importante e mais um avanço, além de na modelagem de EGC, no campo de estudo que abarca este trabalho.

Pode-se dizer que, de uma forma geral, os resultados deste esforço de pesquisa se relacionam com a literatura existente e são consistentes com pesquisas anteriores. Exemplos são o apontamento dos setores de bovinos e outros animais como importantes, tanto o patronal, quanto o familiar (cf. GUILHOTO *et al.*, 2011). Importante aqui, principalmente, quando se analisa o PIB nacional, o que vai ao encontro dos dados mais recentes publicados em estudo da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (Cna) em parceria com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) sobre o PIB do agronegócio brasileiro (CNA; CEPEA, 2019). A pecuária bovina apresenta

importante capacidade de alavancagem da economia nacional na retomada do crescimento, mesmo após forte crise no setor, deflagrada pela Operação “Carne Fraca”, envolvendo alguns dos principais produtores de carne bovina no mundo. Segundo o Cepea (2018), a produtividade média da pecuária nacional vem apresentando crescimento. No início dos anos 2000, cem vacas ocupavam 250 hectares em média e registravam taxa de desmame de 40%, produzindo um bezerro de cerca de 170 quilogramas. Em 2017, porém, a mesma quantidade de vacas ocupava somente cerca de 150 hectares, e produziam bezerros de 200 a 210 quilogramas em média, com desmame ao redor dos 65%, ainda segundo o Cepea (2018). Todavia, quando se compara esses crescentes índices com aqueles de outros países produtores, é fácil perceber que o Brasil ainda tem uma larga vereda de oportunidades de crescimento, não sem desafios. Isso abre espaço para se analisar a questão das exportações nacionais.

Quanto às exportações brasileiras, a pecuária bovina também tem seu destaque. O Brasil é um dos maiores exportadores do mundo no setor; como bem colocado pelo Cepea (2018), se o Brasil deixar de produzir e/ou comercializar carne bovina, o mundo sofrerá um colapso de consumo e de inflação. Isso sem se entrar na discussão sobre a importância da carne bovina brasileira para a segurança alimentar mundial. A organização global Agri Benchmark apresentou dados que mostram que o custo de produção da carne bovina brasileira é um dos menores quando comparado com outros 25 produtores da proteína (AGRI BENCHMARK, 2019). Os motivos de maiores custos, bem como as dificuldades enfrentadas dos outros principais produtores de carne bovina no mundo, tais como Austrália, Índia, China, Estados Unidos da América (EUA), Argentina, Uruguai e Paraguai, por exemplo, são os mais variados.

Não dá para se estudar as exportações brasileiras e não se analisar, contudo, o setor Soja Patronal. A cultura soja foi uma daquelas que mais cresceram dentre os grãos desde a década de 1970, tanto no Brasil quanto no mundo, como bem colocado por Dall’Agnol *et al.* (2007). Quando se foca no Brasil, das dez principais culturas agrícolas nacionais, o cultivo de soja foi aquele que apresentou um maior e expressivo crescimento em área recentemente, chegando a representar quase a metade da área plantada com culturas anuais já na década passada. Também não é constatação recente que o Brasil apresenta vantagens comparativas reveladas para as *commodities* relacionadas aos setores de soja, tais como o grão, o farelo e o óleo de soja; além de, no que tange à orientação regional, as exportações do grão estarem fortemente orientadas para a União Europeia e

China, as do farelo para a União Europeia e Tailândia e as do óleo de soja para China, Irã e Índia (cf. CORONEL *et al.*, 2008).

Além de tudo isso, Munoz e Palmeira (2006) já comparavam os custos de transporte para o escoamento da safra de soja brasileira com os custos para a safra americana. Àquela época, os custos nos EUA chegavam, em alguns casos, a serem até sete vezes menor que os praticados no Brasil; apontando para o desafio da criação de novas alternativas, como as hidrovias e ferrovias para escoar produtos a granel (MUNOZ; PALMEIRA, 2006).

A Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), ao apresentar suas perspectivas para a agropecuária brasileira no biênio 2018-2019, fez uma análise do mercado da soja, bem como uma estimativa da safra baseada nos números do United States Department of Agriculture (USDA) – o departamento de agricultura dos EUA –, além de um diagnóstico sobre os possíveis preços e rentabilidade para essa safra. O Ministério da Economia (ME), em sua antiga pasta denominada Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, divulgou que, só em 2017, as exportações brasileiras de soja giraram em torno de 217,74 bilhões de dólares; número significativamente maior que os 185,23 bilhões de dólares de 2016 (BRASIL, 2018a). A soja não é somente o principal produto exportado pelo Brasil, bem como, segundo dados do USDA, o Brasil é o maior exportador de soja mundial, com a China como o maior importador da *commodity* (BRASIL, 2018a). Assim, as últimas análises do setor corroboram os resultados das simulações realizadas neste estudo, não somente nas variáveis macroeconômicas nacionais, bem como sua íntima relação com setores não-agrícolas, tais como o de transportes por exemplo.

Por fim, pode-se dizer que os resultados desta Tese podem ser aplicados na análise e comparação de programas específicos como os citados e estudados neste trabalho. A ideia é, como colocado anteriormente, semelhante à de Dixon *et al.* (2017). A lógica dos choques de produtividade contribui em uma perspectiva de produção de uma “ferramenta” de análise de impacto a partir de resultados de simulações de EGC, na qual se pode comparar o impacto de diferentes choques. Tal ferramenta se mostra importante na produção e divulgação de informações aos gestores políticos em instituições tais como, por exemplo, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) ou mesmo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sobre como avaliar *ex-ante* um projeto de melhoria produtiva em algum cultivo específico, em uma criação e produção pecuária qualquer etc. Para além de tudo isso, mas não menos importante que

todo o posto anteriormente, os achados desta Tese propiciam a identificação de, por exemplo, um produto como mais importante ao Produto Interno Bruto (PIB) nacional ou regional.

Enfim, o esforço de pesquisa desta Tese permite que se infira que iniciativas tais como as do Pronaf apresentam alto impacto positivo sobre a produção e sobre as variáveis macroeconômicas regionais porque sem o viés de promoção da sustentabilidade ambiental. Por sua vez, iniciativas ao estilo do citado Projeto Rural Sustentável (PRS), voltadas às mudanças de práticas e técnicas agrárias mais poluidoras, também têm impactos sobre o produto e renda, apesar de modestos. O que não quer dizer que essas últimas iniciativas não sejam também importantes. Afinal, ações locais e regionais, nunca foram tão necessárias como atualmente para apontar caminhos de resolução quanto às mudanças climáticas de forma urgente.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Estudar as perspectivas e políticas para o desenvolvimento de uma economia com baixa emissão de Gases causadores de Efeito Estufa (GEEs), bem como o papel do crédito rural e da produtividade para tal, em dias atuais, se mostra importante no Brasil. O objetivo principal desta Tese foi o de identificar quais seriam as implicações do crédito rural via Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e de um aumento da produtividade no campo brasileiro. Este estudo se fundamentou no quadro teórico que dá base aos estudos sobre a produção rural no Brasil e a medição dos efeitos das políticas rurais, bem como na literatura sobre as mudanças climáticas, os setores rurais e as soluções sustentáveis à perda de produtividade no campo. Em termos metodológicos, fez-se necessária a utilização de metodologia que considerasse de maneira sistemática as relações inter-regionais e intersetoriais; o que foi plenamente contemplado a partir dos modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) de forma geral e, neste caso em específico, do The Enormous Regional Model (TERM). A resultante da regionalização para os biomas presentes nas Unidades da Federação (UFs) brasileiras – TERM-Biomas – foi desagregado em dois modos de operação inter-regionais distintos: um dinâmico e outro em estática comparativa. Em ambos os casos, cada uma das UFs é representada em seus diferentes biomas constituintes quando essa é a realidade.

Os resultados do esforço de simulação das possibilidades na agropecuária e na extração vegetal brasileiras em seus diferentes biomas são analisados através de dois aspectos – crédito rural e produtividade – e modos de operação distintos. Os resultados do exercício de simulação com relação ao Pronaf foram obtidos a partir da comparação

dos valores de variáveis de interesse em dois cenários distintos: um básico, sem tal programa de financiamento na matriz de produção brasileira, e outro com a presença do Pronaf, de acordo com os setores e regiões de ocorrência. Já os resultados do segundo grupo de simulações, por sua vez, tratam dos impactos de aumentos de produtividade nos setores rurais brasileiros e a ideia é a de uma análise em estática comparativa, apresentando variações percentuais anuais esperadas. Os impactos das políticas simuladas foram variados dependendo da região (considerando-se os biomas das diferentes UFs do Brasil) e do setor em análise. Além disso, os resultados são diferenciados entre os produtores familiares e patronais para a agricultura, a pecuária e as silvicultura e extração vegetal brasileiras.

De uma forma geral, o crédito rural familiar, tal como o fornecido pelo Pronaf, seria positivo para a economia brasileira como um todo. É importante lembrar que, nesta Tese, não se analisa a possibilidade de aplicar os recursos que foram utilizados no Pronaf em outra rubrica. As principais implicações do crédito rural via Pronaf, entre os anos de 2016 e 2019, no Brasil, foram os aumentos no Produto Interno Bruto (PIB) real, nas exportações, no consumo das famílias, nos investimentos, no estoque de capital e no nível de emprego; e as quedas nas importações e nos níveis de preços. Em termos regionais, as localidades nas quais a produção rural familiar se mostra relativamente mais importante ganharam mais que outras regiões no que tange à magnitude de produção familiar. Os impactos do Pronaf a partir de 2016, a curto prazo (até o ano de 2020), sobre a Caatinga, menores produtoras agrárias familiares no geral, não são positivos como os sobre outros biomas brasileiros. Isso se deveria ao fato de, uma vez que regiões tradicionalmente produtoras familiares teriam suas demandas por fatores primários mais drasticamente aumentadas, investimentos e empregos migrarem, por exemplo, daquelas regiões de Caatinga, menores produtoras agrárias familiares no geral.

Regiões mais vulneráveis e especializadas em setores familiares, então, ganham sobremaneira. Produção, emprego e níveis de investimentos são afetados diretamente quando analisados setorialmente, o que é traduzido em aceleração das atividades nos setores beneficiados. Setores estes que não estão somente dentre os setores familiares. Os setores patronais também têm suas atividades impactadas – apesar de em magnitudes menores – a partir de uma elevação no crédito rural familiar. Também setores não-agrícolas são indiretamente impactados, destacando-se os setores de adubos e fertilizantes, de defensivos agrícolas, de transportes e da indústria de transformação. Os efeitos

indiretos se mostraram importantes e não devem ser negligenciados. Quando se analisa um horizonte temporal mais longo, os resultados apontaram ganhos generalizados.

Quanto aos aumentos de produtividade nos setores rurais brasileiros, tais como os promovidos por programas ao estilo do Projeto Rural Sustentável (PRS), os impactos são os mais variados dependendo do setor específico no qual a produtividade cresce inicialmente. Deve-se frisar que as simulações foram realizadas por cultura individualmente. O aumento de produtividade reduziu a demanda por fatores primários, implicando variações em seus preços e, conseqüentemente, efeitos sobre o consumo das famílias, exportações e investimentos. Os níveis regionais para o PIB, salário e emprego refletiram tais efeitos. A pecuária bovina, um dos pilares da economia brasileira, demonstrou capacidade de alavancagem da economia nacional, além de seu papel de destaque nas exportações nacionais. Percebe-se que o Brasil ainda tem uma larga vereda de oportunidades de crescimento no setor, mesmo que os desafios estejam sempre presentes. Ainda quanto ao PIB nacional, o setor Soja Patronal foi um daqueles de maior capacidade de influência sobre a rubrica. Tal resultado é corroborado na literatura. A soja ainda mostrou importantes efeitos sobre alguns setores não-agrírios do Brasil, tais como, os de defensivos agrícolas, utilidade pública e transporte de carga.

De uma forma geral, os resultados encontrados foram de acordo com aquilo esperado pelas hipóteses levantadas neste estudo. Os resultados permitiram concluir que quando se trata da temática abordada neste trabalho, a da Economia Agrária e dos Recursos Naturais e Ambientais, o avanço vem no estudo de políticas e programas específicos no meio rural brasileiro com metodologia adequada à análise de impactos almejada. Esta Tese ainda aprimora o desenvolvimento de modelos tradicionais de EGC para a economia brasileira e preenche importantes lacunas existentes ao considerar níveis de agregação setoriais e regionais nunca antes utilizados, de forma bem apoiada na literatura e com importantes justificativas para tanto. Em termos setoriais, o avanço de se considerar os mais variados produtos agrários de forma desagregada em seus setores familiares e patronais é importante e não trivial. Em termos regionais, a consideração de características climáticas e geográficas, por exemplo, através da desagregação das UFs brasileiras em diferentes regiões de acordo com os biomas presentes naquela Unidade da Federação (UF), se mostra importante e mais um avanço, além de na modelagem de EGC, no campo de estudo que abarca este trabalho. Por fim, em termos das implicações das políticas analisadas neste estudo, pode-se extrair desta Tese que iniciativas ao estilo Pronaf e PRS podem representar um movimento generalizado de aumentos de produção

e produtividade nos mais variados biomas brasileiros, tanto para produtores familiares quanto patronais. Além disso, é preciso destacar a necessidade de ampliar as pesquisas nessa área e construir instrumentos de avaliação mais amplos sobre os efeitos dessas ações promovidas pelas políticas agrícolas, considerando, entre outros aspectos, seus impactos no cotidiano do meio rural brasileiro, com destaque para os produtores familiares. Talvez, assim, seja possível levantar evidências mais consistentes sobre suas contribuições para a diminuição das desigualdades no meio rural do país.

O modelo desenvolvido nesta Tese se mostrou uma ferramenta interessante para análise de impacto a partir de resultados de simulações de EGC. As simulações de choques de produtividade nos setores individualmente se mostraram importantes na comparação dos impactos de diferentes choques nos diferentes setores. Esta ferramenta se torna útil na medida em que pode fornecer informações aos gestores políticos em instituições tais como, por exemplo, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) ou mesmo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sobre em quais setores investir prioritariamente, ou sobre como avaliar *ex-ante* um projeto de melhoria produtiva em algum cultivo específico etc. Para além de tudo isso, ainda se torna possível a identificação de, por exemplo, um produto como mais importante ao PIB nacional ou regional, enquanto outro contribui mais para a redução da desigualdade, ao passo que outro é o melhor ao consumo das famílias etc. Isso pode assumir várias formas, como aplicação no mundo real, melhores práticas ou recomendações.

Por fim, o Pronaf foi identificado como de alto impacto e iniciativas ao estilo PRS, apesar do viés de sustentabilidade, também apresentam impactos positivos na economia. Ao permitir a destinação de recursos para aquisição de maquinário e tecnologia independentemente da “pegada ecológica” deixada, o Pronaf afeta positivamente as variáveis macroeconômicas nacionais e regionais enquanto os aumentos de produtividade via programas tais como o PRS são, de certa forma, limitados por conta dos juízos sobre as técnicas/práticas agrárias. O que não quer dizer que tais iniciativas não sejam importantes. Afinal, a janela temporal para a ação humana em termos de reduções rápidas nas emissões de GEEs, que causam aquecimento global vem se reduzindo. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (em inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*), já aponta há algum tempo a necessidade de celeridade em tais reduções. A tendência, em caso contrário, é a de desestabilização grave do clima global, levando a um aumento ainda maior na frequência dos ditos eventos climáticos extremos, tais como as secas, inundações e aumento do nível do mar, os quais se apresentam como

sérios desafios à humanidade (*IPCC*, 2014). Os desafios colocados em termos da busca por soluções climáticas são necessariamente de ordem multidisciplinar. Urge, porém, que sejam desenhadas soluções regionais e locais, ações ambiciosas, mas viáveis, que aconteçam em breve. Não somente discussões teóricas e acadêmicas em estudos ambientais nas universidades pelo mundo.

Algumas limitações deste estudo se devem ao fato de que os resultados aqui apresentados não podem ser vistos como previsões da economia brasileira, mas sim como frutos de um modelo para estudo de contrafactual, para entender e avaliar certos fenômenos ou políticas (tais como o Pronaf). Os impactos são, então, específicos a partir de e sobre cada um dos setores considerados. Não se pode, aqui, ir além daquilo que os modelos de EGC possibilitam, ou seja, projeções parametrizadas e não previsões econômicas. Regiões bastante pequenas em área, após o cruzamento das malhas geográficas dos biomas e das UFs brasileiras, também foram fatores limitantes à análise. Alguns resultados inesperados ainda se mostram possíveis assuntos de futuras pesquisas. Uma questão que pode ser levantada, por exemplo, é a de como desigualdades regionais, quer dentro de uma mesma UF ou até mesmo de um bioma, podem ser reduzidas a partir de uma política impulsionadora de produtividade em produtos rurais específicos. Para além de tal questão, a inclusão da Matriz de Contabilidade Social e, então, da consideração de todas as transferências dentro dessa matriz, é parte importante da agenda de pesquisa deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, P.; PARMENTER, B. *Economic forecasting*. Sydney, Austrália: Allen and Unwin Academic, 2000

AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE (AEA). **O ambiente na Europa – Estado e perspectivas 2015**: Agricultura Eurostat, 2014, [s.l.], [s.v.], [s.n.], 2015. Disponível em *Statistics explained* (Estatísticas explicas): *Agricultural production – crops* (Produção agrícola – culturas): <<https://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2015/artigos/a-agricultura-e-as-alteracoes-climaticas>>. Acesso em: 24 maio 2020.

AGRI BENCHMARK. *Price indices from the producer's perspective: an alternative to the FAO meat price indices*. 2019. Elaborado por: ALMADANI, Mohamad Isam em 06 nov. 2019. Disponível em: <<http://www.agribenchmark.org/agri-benchmark/news-and-results/einzelansicht/artikel//a-new-viewpo.html>>. Acesso em: 31 dez. 2019.

ALEXANDER, L. V. *et al.* *Global observed changes in daily extremes of temperature and precipitation*. **Journal of Geophysical Research**, [s.l.], v. 111, n. 5, p. 1-22, 2006.

AMARAL, Gisele Ferreira; CARVALHO, Frederico Antônio Azevedo de; CAPANEMA, Luciana Xavier de Lemos; CARVALHO, Carlos Augusto Dias de. Panorama da pecuária sustentável. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), v. Agroindústria, n. 36, p. 249-288, set. 2012. Disponível em: Brasil, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio exterior (MDIC); Produção Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) – Artigos; Biblioteca

Digital <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1491>>. Acesso em: 22 jun. 2020.

AMEER, Rashid; OTHMAN, Radiah. *Sustainability practices and corporate financial performance: a study based on the top global corporations*. **Journal of Business Ethics**, [s.l.], v. 108, n. 1, p. 61-79, 15 out. 2011. Disponível em: *Springer Science and Business Media LLC* <<http://dx.doi.org/10.1007/s10551-011-1063-y>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

ANDERSON, Allison. *Climate change education for mitigation and adaptation*. **Journal of Education for Sustainable Development**, [s.l.], v. 6, n. 2, p. 191-206, set. 2012. Disponível em: SAGE Publications <<http://dx.doi.org/10.1177/0973408212475199>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

ANDERSON, Patrícia. Câmaras setoriais: histórico e acordos firmados – 1991/95, Texto para Discussão, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, n. 667. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ): IPEA, 1999. Disponível em: Repositório do Conhecimento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (RCIPEA) <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2778>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

ARAÚJO, Paulo Henrique Cirino; SILVA, Felipe de Figueiredo; GOMES, Marília Fernandes Maciel; FÉRES, José Gustavo; BRAGA, Marcelo José. Uma análise do impacto das mudanças climáticas na produtividade agrícola da região Nordeste do Brasil. **Revista Econômica do Nordeste (REN)**, Fortaleza, Ceará (CE), v. 45, n. 3, p. 46-57, jul.-set. 2014. Trimestral. Disponível em: <<https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/view/118>>. Acesso em: 17 jan. 2020.

ARMINGTON, Paul S. *A theory of demand for products distinguished by place of production (Une theorie de la demande de produits differencies d'apres leur origine) (Una teoria de la demanda de productos distinguiendolos segun el lugar de produccion)*. **Staff Papers – International Monetary Fund**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 159-178, mar. 1969. Disponível em: Springer Science and Business Media LLC <<http://dx.doi.org/10.2307/3866403>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

ARROW, Kenneth J.; DEBREU, Gerard. *Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy*. **Econometrica**, v. 22, n. 3, 1954, p. 265-290. Disponível em: JSTOR <www.jstor.org/stable/1907353>. Acesso em: 15 set. 2020.

ASSUNÇÃO, Juliano; GANDOUR, Clarissa; ROCHA, Romero; ROCHA, Rudi. ***The effect of rural credit on deforestation: evidence from the Brazilian Amazon***. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ): Climate Policy Initiative (CPI), 2013 (revisado em set. 2016). Elaborado pelo Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Disponível em: <<https://climatepolicyinitiative.org/publication/does-credit-affect-deforestation-evidence-from-a-rural-credit-policy-in-the-brazilian-amazon/>>. Acesso em: 23 jan. 2020.

ASSUNÇÃO, Juliano; SOUZA, Priscila. Policy Brief. ***The impact of rural credit on Brazilian agriculture and the environment: new evidence shows that rural credit lending significantly benefits producers and improves land use***. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ): Climate Policy Initiative, mar. 2019. Disponível em: <<https://climatepolicyinitiative.org/publication/the-impact-of-rural-credit-on-brazilian-agriculture-and-the-environment/>>. Acesso em: 24 jan. 2020.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO – BID –; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA – (Brasil). **Iniciativas de Economia Verde no Brasil**: Brasília, Distrito Federal (DF): MMA, BID, 2012. 125 p. (II Diálogo Federativo Rumo à Rio+20). Relatório técnico elaborado por: Celio Andrade; Mariana Awad; Simone Bauch; Anne Gander; Mariana Kohler; Carla Stoicov; Roland Widmer; Carlos Eduardo Frickmann Young. Disponível em: Academia.edu <https://www.academia.edu/3930616/Iniciativas_de_Economia_Verde_no_Brasil_experi%C3%Aancias_das_esferas_federativas_em_promover_uma_economia_verde_inclusiva>. Acesso em: 28 maio 2020.

BARCELLOS, Christovam; MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira; CORVALÁN, Carlos; GURGEL, Helen C.; CARVALHO, Marília Sá; ARTAXO, Paulo; HACON, Sandra; RAGONI, Virginia. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, Distrito Federal, v. 18, n. 3, p. 285-304, jul.-set. 2009 (trimestral). Instituto

Evandro Chagas. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742009000300011>>. Acesso em: 16 jan. 2020.

BARROS, Geraldo Sant'Ana de Camargo. Agricultura e indústria no desenvolvimento brasileiro. *In*: BUAINAIN, Antônio Márcio; ALVES, Eliseu; SILVEIRA, José Maria da; NAVARRO, Zander (ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília, Distrito Federal (DF): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2014. Cap. 1. p. 79-116. (Parte 1: Contextos e perspectivas). Disponível em: Acesso Livre à Informação Científica da Embrapa (ALICE) <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/994073>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

BASU, Santonu. *Why institutional credit agencies are reluctant to lend to the rural poor: a theoretical analysis of the Indian rural credit market*. **World Development**, [s.l.], v. 25, n. 2, p. 267-280, fev. 1997. Disponível em: Elsevier BV <[http://dx.doi.org/10.1016/s0305-750x\(96\)00103-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0305-750x(96)00103-9)>. Acesso em: 24 jan. 2020.

BELIK, Walter. O financiamento da agropecuária brasileira no período recente, Texto para Discussão, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, n. 2.028. Brasília, Distrito Federal (DF): IPEA, 2015. Disponível em: Repositório do Conhecimento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (RCIPEA) <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3230>>. Acesso em: 24 jan. 2020.

BELLARD, Céline; BERTELSMEIER, Cleo; LEADLEY, Paul; THUILLER, Wilfried; COURCHAMP, Franck. *Impacts of climate change on the future of biodiversity*. **Ecology Letters**, [s.l.], v. 15, n. 4, p. 365-377, 18 jan. 2012. Disponível em: Wiley <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

BERKES, Fikret; FOLKE, Carl; COLDING, Johan (ed.). **Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience**. Edição revisada de 1998. Nova Iorque, Estados Unidos da América (EUA): Cambridge University Press (CUP), 2000. 459 p. Editado por: Fikret Berkes e Carl Folke; com assistência editorial de: Johan Colding.

BERNARDI, Alberto Carlos de Campos; NAIME, João de Mendonça; RESENDE, Álvaro Vilela de; BASSOI, Luis Henrique; INAMASU, Ricardo Yassushi.

- Agricultura de precisão:** resultados de um novo olhar. Brasília, Distrito Federal (DF): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Instrumentação, 2014. 596 p. Disponível em: Embrapa Biblioteca <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1002959/agricultura-de-precisao-resultados-de-um-novo-olhar>>. Acesso em: 06 mai. 2020.
- BERRITTELLA, Maria; BIGANO, Andrea; ROSON, Roberto; TOL, Richard S. J. *A general equilibrium analysis of climate change impacts on tourism*. **Tourism Management**, [s.l.], v. 27, n. 5, p. 913-924, out. 2006. Disponível em: Elsevier BV <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tourman.2005.05.002>>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- BETARELLI JÚNIOR, Admir Antônio. **Um modelo de equilíbrio geral com retornos crescentes de escala, mercados imperfeitos e barreiras à entrada:** aplicações para setores regulados de transporte no Brasil. 25 mar. 2013. 366 f. Tese (Doutorado) – Curso de Economia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas (Cedeplar/Face), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), 2013. 5 Caps. Disponível em: Repositório da UFMG <<http://hdl.handle.net/1843/AMSA-96PM2J>>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- BIESBROEK, Robbert; LESNIKOWSKI, Alexandra; FORD, James D.; BERRANG-FORD, Lea; VINK, Martinus. *Do administrative traditions matter for climate change adaptation policy? A comparative analysis of 32 high-income countries*. **Review of Policy Research**, [s.l.], v. 35, n. 6, p. 881-906, 3 set. 2018. Disponível em: Wiley <<http://dx.doi.org/10.1111/ropr.12309>>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- BIESBROEK, Robbert; PETERS, B. Guy; TOSUN, Jale. *Public Bureaucracy and Climate Change Adaptation*. **Review of Policy Research**, [s.l.], v. 35, n. 6, p. 776-791, nov. 2018. Disponível em: Wiley <<http://dx.doi.org/10.1111/ropr.12316>>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- BOHLE, Hans G.; DOWNING, Thomas E.; WATTS, Michael J. *Climate change and social vulnerability*. **Global Environmental Change**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 37-48, mar. 1994. Disponível em: Elsevier BV <[http://dx.doi.org/10.1016/0959-3780\(94\)90020-5](http://dx.doi.org/10.1016/0959-3780(94)90020-5)>. Acesso em: 20 jan. 2020.

BRASIL. Banco Central do Brasil (BCB). Ministério da Economia (ME). **Relatório de crédito rural contratações**: 3.5. Quantidade e valor dos contratos por município. 2019a. Da Matriz de Dados do Crédito Rural - Contratações. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/reportmicrrural/?path=conteudo%2FMDCR%2FReports%2FqvcMunicipio.rdl&nome=Quantidade%20e%20Valor%20dos%20Contratos%20por%20Munic%C3%ADpio&exibeparametros=true&botoesExportar=true>>. Acesso em: 23 out. 2019.

Sistema Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de Recuperação Automática – SIDRA. Ministério da Economia – ME (Comp.). **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. 2019b. Base de dados elaborada pelo IBGE. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 19 dez. 2019.

Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Comp.). **Perspectivas para a agropecuária**: safra 2018/2019. Brasília, Distrito Federal (DF), 2018a. Elaborado pela Superintendência de Gestão da Oferta da Diretoria de Política Agrícola e Informações. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/images/arquivos/outros/Perspectivas-para-a-agropecuaria-2018-19.pdf>>. Acesso em: 31 dez. 2019.

Coordenação de Contas Nacionais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Matriz de insumo-produto**: Brasil 2015. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ): IBGE, 2018b. 60 p. (Contas Nacionais, n. 62). Dando continuidade ao aprimoramento do Sistema de Contas Nacionais - referência 2010, o IBGE traz a público a Matriz de Insumo-Produto 2015, elaborada a partir das Tabelas de Recursos e Usos – TRU disponibilizadas em novembro de 2017. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101604>>. Acesso em: 21 fev. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ): IBGE, v.33, 2018c. 17p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=774>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

- _____. Secretaria de Política Econômica (SPE). Ministério da Economia (ME). **Crédito rural**. 2018d. Elaborado pelo antigo Ministério da Fazenda. Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br/assuntos/politica-agricola-e-meio-ambiente/atuacao-spe/credito-rural>>. Acesso em: 23 jan. 2020.
- _____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Microdados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2012/microdados.shtm>>. Acesso em: 03 ago. 2020.
- _____. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **Ipeadata**. 2012. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 31 jul. 2020.
- _____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2009**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ): IBGE, 2010. 289p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=245767>>. Acesso em: 29 abr. 2020.
- _____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Síntese descrição biomas. Brasília: IBGE, 2004. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomas.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 03 ago. 2020.
- BRAUN, Joachim von. *Climate change risks for agriculture, health, and nutrition*. In: AL-DELAIFY, Wael K.; RAMANATHAN, Veerabhadran; SORONDO, Marcelo Sánchez (ed.). **Health of people, health of planet and our responsibility: climate change, air pollution and health**. Cham, Suíça: Springer (Open) Nature, 2020. Cap. 11. p. 135-148. Disponível em: <<http://library.oapen.org/handle/20.500.12657/37742>>. Acesso em: 27 maio 2020.
- BRITO, José Otávio. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 21, n. 59, p. 185-193, abr. 2007. Disponível em: Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo – FapUnifesp (SciELO) <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142007000100015>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

- BRUMER, Anita. Previdência social rural e gênero. **Sociologias**, Porto Alegre, Rio Grande do Sul (RS), v. 4, n. 7, p. 50-81, jan./jun. 2002. Semestral. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1517-45222002000100003>>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- BUAINAIN, Antônio Márcio; ALVES, Eliseu; SILVEIRA, José Maria da; NAVARRO, Zander. **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, Distrito Federal (DF): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2014. 1.182 p.
- BUENO, Newton Paulo. *Assessing the resilience of small socio-ecological systems based on the dominant polarity of their feedback structure*. **System Dynamics Review**, v. 28, n. 4, p. 351-360, 2012.
- CAMPOS, Rafael Faria de Abreu; CUNHA, Dênis Antônio da; BUENO, Newton Paulo. Disseminação de informações em sistemas socioecológicos: análise de um modelo híbrido de Dinâmica de Sistemas e Modelagem Baseada em Agentes, Texto para Discussão, **Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)**, n. 578, abr. 2018. Belo Horizonte, Minas Gerais (MG): Cedeplar/UFMG, 2018. 30 p. Disponível em: EconPapers <<https://econpapers.repec.org/paper/cdptexdis/td578.htm>>. Acesso em: 08 jan. 2020.
- CAMPOS, Rafael Faria de Abreu; SADO, Isabel Akemi Bueno; DOMINGUES, Edson Paulo. Microrregiões de Minas Gerais em um contexto de crise: impacto da mudança no consumo do governo entre 2013 e 2015. In: CONGRESS LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION INTERNATIONAL, 1.; ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, 15., 2017, São Paulo, São Paulo (SP). **Proceedings of the I Congress Latin American and Caribbean Regional Science Association International & XV Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**. São Paulo, SP: Regional Science Association International (RSAI) & Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ABER), 2017. 14 p. Disponível em: <http://sisconeuv.com.br/Uploads/ENABER17/Trab01570037982017006_000000.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2020.
- CARDOSO, Débora Freire; TEIXEIRA, Erly Cardoso; GURGEL, Ângelo Costa; CASTRO, Eduardo Rodrigues de. Intervenção governamental, crescimento e bem-

estar: efeitos da política de equalização das taxas de juros do crédito rural nas regiões brasileiras. **Nova Economia**, Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), v. 24, n. 2, p. 363-388, maio/ago. 2014. Disponível em: Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo – FapUnifesp (SciELO) <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/1281>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

CARVALHO, Lucas Resende de; BETARELLI JUNIOR, Admir Antonio; AMARAL, Pedro Vasconcelos Maia do; DOMINGUES, Edson Paulo. Matrizes de distâncias entre os distritos municipais no Brasil: um procedimento metodológico, Texto para Discussão, **Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)**, n. 532, mar. 2016. Belo Horizonte, Minas Gerais (MG): Cedeplar/UFMG, 2016. 15 p. Disponível em: EconPapers <<https://econpapers.repec.org/paper/cdptexdis/td532.htm>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

CARVALHO, Terciane Sabadini. **Uso do solo e desmatamento nas regiões da Amazônia Legal Brasileira**: condicionantes econômicos e impactos de políticas públicas. 24 mar. 2014. 219 f. Tese (Doutorado) – Curso de Economia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas (Cedeplar/Face), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), 2014. 5 Caps. Disponível em: Repositório da UFMG <<http://hdl.handle.net/1843/AMSA-9K9HGJ>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

CENTRE OF POLICY STUDIES – CoPS (Melbourne, Austrália). College of Business, Victoria University. **CoPS and Brazil**. [ca. 2018a]. Disponível em: <<https://www.copsmodels.com/brazil.htm>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

College of Business, Victoria University. **Economic models at CoPS: models of the Australian Economy**. [ca. 2018b]. Disponível em: <<https://www.copsmodels.com/models.htm>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

College of Business, Victoria University. **The TERM Model: dynamic TERM**. [ca. 2018c]. Disponível em: <<https://www.copsmodels.com/term.htm#Developments>>. Acesso em: 24 fev. 2020.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA (Piracicaba - SP). Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola

- Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ (Universidade de São Paulo – USP). **A importância do Brasil na produção mundial de carne bovina**. 2018. Elaborado por: CARVALHO, Thiago Bernardino de (Pesquisador do Cepea) em 26 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opinioao-cepea/a-importancia-do-brasil-na-producao-mundial-de-carne-bovina.aspx>>. Acesso em: 31 dez. 2019.
- CONCEIÇÃO, Júnia Cristina P. R. da. Contribuição dos novos instrumentos de comercialização (contratos de opção e PEP) para estabilização de preço e renda agrícolas, Texto para Discussão, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, n. 927. Brasília, Distrito Federal (DF): IPEA, 2002. 23 p. Disponível em: Repositório do Conhecimento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (RCIPEA) <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2825>>. Acesso em: 03 ago. 2020.
- CONCEIÇÃO, Mônica Santos da; MUNIZ, Eagles; MENDES, Thiago. **Mudança do clima, adaptação e mitigação: noções gerais**. Brasília, Distrito Federal (DF): Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), 2018. 29 p. (Impactos da mudança do clima para a gestão municipal). Conteudista revisora (2017): Marcela Cardoso Guilles da Conceição. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3181>>. Acesso em: 17 jan. 2020.
- CONFALONIERI, Ulisses E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra Livre**, São Paulo, São Paulo (SP), v. 1, n. 20, p. 193-204, jan.-jul. 2003. Semestral. Ano 19. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/185/169>>. Acesso em: 16 jan. 2020.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA (Brasil); CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA (Piracicaba - SP). Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ (Universidade de São Paulo – USP). **PIB do Agronegócio: ramo pecuário segue impulsionando o PIB do Agronegócio**. 2019. Elaborado por: LUCCHI, Bruno Barcelos; FERNANDES, Natália Sampaio Sene; CONCHON, Renato; NAKAMURA, Carolina Yuri; OLIVEIRA, Diego Humberto de; SCHWANTES, Fernanda; RIVALDO, Gabriela Coser;

- CAMURI, Paulo André (Cna); BARROS, Geraldo Sant'Ana de Camargo; CASTRO, Nicole Rennó; MORAIS, Ana Carolina; MACHADO, Gabriel Costeira; ALMEIDA, Felipe Miranda de Souza; SILVA, Adriana Ferreira; FACHINELLO, Arlei Luiz (Cepea). Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_PIB_CNA_19_dezembro_2019.pdf>. Acesso em: 31 dez. 2019.
- CORONEL, Daniel Arruda; CARVALHO, Fátima Marília Andrade de; MACHADO, João Armando Dessimon; WAQUIL, Paulo Dabdab; ILHA, Adayr da Silva. Exportações do complexo brasileiro de soja: vantagens comparativas reveladas e orientação regional. **Revista de Política Agrícola**, v. 17, n. 4, p. 20-32, 2008.
- CUADRA, Santiago Vianna *et al.* Mudanças climáticas e a agropecuária brasileira. In: CUADRA, Santiago Vianna *et al.* (ed.). **Ação contra a mudança global do clima: contribuições da Embrapa**. Brasília, Distrito Federal (DF): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2018.
- CUNHA, Dênis Antônio da; COELHO, Alexandre Bragança; FÉRES, José Gustavo; BRAGA, Marcelo José; SOUZA, Elvanio Costa de. Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s.l.], v. 51, n. 2, p. 369-386, jun. 2013. Disponível em: Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo – FapUnifesp (SciELO) <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-20032013000200009>>. Acesso em: 17 jan. 2020.
- CUNHA, André Moreira; LÉLIS, Marcos Tadeu Caputi; SANTOS, Clara do Carmo Rios dos; PRATES, Daniela Magalhães. A intensidade tecnológica das exportações brasileiras no ciclo recente de alta nos preços das *commodities*. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, Rio Grande do Sul (RS), v. 39, n. 3, p. 47-70, 2011. Disponível em: <<https://revistas.dee.spgg.rs.gov.br/index.php/indicadores/article/viewFile/2623/3059>>. Acesso em: 03 ago. 2020.
- DALL'AGNOL, Amélio; ROESSING, Antonio Carlos; LAZZAROTTO, Joelsio José; HIRAKURI, Marcelo Hiroshi; OLIVEIRA, Arnold B. de. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Circular Técnica 43. ed. (INFOTECA-E). Londrina, Paraná: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Soja, 2007. 12 p.

- DIAS, Guilherme Leite da Silva. O Estado e o Agro em tempos de liberalização. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, Distrito Federal (DF), v. 44, n. 3, p. 341-354, jul.-set. 2006. Trimestral. Disponível em: Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo – FapUnifesp (SciELO) <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-20032006000300001>>. Acesso em: 03 ago. 2020.
- DIXON, Peter B.; JERIE, Michael; RIMMER, Maureen; WITTEWER, Glyn. *Using a regional CGE model for rapid assessments of the economic implications of terrorism events: creating GRAD-ECAT (Generalized, Regional And Dynamic Economic Consequence Analysis Tool)*, Texto para Discussão, **Centre of Policy Studies (CoPS), Victoria University**, n. G-280, abr. 2017. Melbourne, Austrália: CoPS, 2017. Disponível em: <<https://www.copsmodels.com/ftp/workpapr/g-280.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- DIXON, Peter B.; RIMMER, Maureen T. *Dynamic general and equilibrium modelling for forecasting and policy: a practical guide and documentation of Monash*. Amsterdã, Holanda: Elsevier, 2002. 256 p. (*Contributions to economic analysis*). Material de versão anterior (maio 2001) do livro, muito detalhado para inclusão na versão final, disponível em: <<https://www.copsmodels.com/monbook2.htm>>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- DIXON, Peter B.; PARMENTER B. R.; SUTTON, J. M.; VINCENT D. P. **Orani: a multisectoral model of the Australian economy**. Amsterdã, Holanda: North-Holland Pub. Co., 1982. 372 p.
- DOMINGUES, Edson Paulo. **Dimensão regional e setorial da integração brasileira na Área de Livre Comércio das Américas**. 2002. 228 f. Tese (Doutorado) – Economia, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP). São Paulo, São Paulo (SP): FEA/USP, 2002.
- DOMINGUES, Edson Paulo; HADDAD, Eduardo Amaral. Política tributária e realocização. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), v. 57, n. 4, p. 849-871, dez. 2003. Disponível em: Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo – FapUnifesp (SciELO) <<http://dx.doi.org/10.1590/s0034-71402003000400009>>. Acesso em: 03 fev. 2020.

ESTRADA, Francisco; BOTZEN, W. J. Wouter; CALDERON-BUSTAMANTE, Oscar. *The Assessment of Impacts and Risks of Climate Change on Agriculture (AIRCCA) model: a tool for the rapid global risk assessment for crop yields at a spatially explicit scale*. **Spatial Economic Analysis**, [s.l.], [s.v.], [s.n.], p. 1-18, 21 maio 2020. Disponível em: Informa UK Limited <<http://dx.doi.org/10.1080/17421772.2020.1754448>>. Acesso em: 27 maio 2020.

FARIA, Weslem Rodrigues. **Efeitos regionais de investimentos em infraestrutura de transporte rodoviário**. 2009. 143 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Economia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas (Cedeplar/Face), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), 26 jan. 2009. 6 Caps. Disponível em: Repositório da UFMG <<http://hdl.handle.net/1843/AMSA-7PFLMK>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

FARIA, Weslem Rodrigues; HADDAD, Eduardo Amaral. Estimação das elasticidades de substituição do comércio regional do Brasil. **Nova Economia**, [s.l.], v. 24, n. 1, p. 141-168, abr. 2014. Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo – FapUnifesp (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/1571>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

FERREIRA FILHO, Joaquim Bento de Souza; HORRIDGE, Jonathan Mark. *Economic integration, poverty and regional inequality in Brazil*. **Revista Brasileira de Economia (RBE)**, [s.l.], v. 60, n. 4, p. 363-387, dez. 2006. Disponível em: Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo – FapUnifesp (SciELO) <<http://dx.doi.org/10.1590/s0034-71402006000400003>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

FOCHEZATTO, Adelar. Modelos de Equilíbrio Geral aplicados na análise de políticas fiscais: uma revisão da literatura. **Revista Análise**, Porto Alegre, Rio Grande do Sul (RS), v. 16, n. 1, p. 113-136, jan./jun. 2005. Semestral.

_____ Testando um modelo de Equilíbrio Geral Computável para a economia gaúcha: impactos da reestruturação tributária. **Ensaio FEE**, [s.l.], v. 23, p. 371-398, 2002. Disponível em: ResearchGate <https://www.researchgate.net/profile/Adelar_Fochezatto/publication/228689770_Testando_um_modelo_de_equilibrio_geral_computavel_para_a_economia_gaucha_im>

pactos_da_reestruturacao_tributaria/links/568e778808aef987e567ba8c.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). Organização das Nações Unidas (ONU). **Strategic work of FAO: to reduce rural poverty**. 2017. Elaborado no âmbito do *Strategic Programme to Reduce Rural Poverty*. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i6835e.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2020.

FRANKEL, Jeffrey A. *Expectations and commodity price dynamics: the overshooting model*. **American Journal of Agricultural Economics**, Lexington, Estados Unidos da América (EUA), v. 68, n. 2, p. 344-348, maio 1986. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2307/1241436>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

GARCIAS, Marcos de Oliveira; KASSOUF, Ana Lucia. *Assessment of rural credit impact on land and labor productivity for Brazilian family farmers*. **Nova Economia**, Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), v. 26, n. 3, p. 721-746, dez. 2016. Disponível em: Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo – FapUnifesp (SciELO) <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/2761>>. Acesso em: 24 jan. 2020.

GARNER, Elisabeth; CAMPOS, Ana Paula de la O. *Identifying the family farm: an informal discussion of the concepts and definitions*, Texto para Discussão, **Food and Agriculture Organization** (FAO) da Organização das Nações Unidas (ONU), n. 14-10, dez. 2017. Roma, Itália: FAO/ONU, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4306e.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2020.

GASQUES, José Garcia; BASTOS, Eliana Teles; BACCHI, Mirian. Produtividade e crescimento da agricultura brasileira. In: INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA (IICA). **Informe Agronegócios: promoção do comércio e da competitividade do agronegócio**. 6. ed. [s.l.]: IICA, 2011. p. 72-75. Disponível em: <<http://webiica.iica.ac.cr/bibliotecas/RepIICA/B1549p/B1549p.pdf#page=72>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

GITHEKO, Andrew K.; LINDSAY, Steve W.; CONFALONIERI, Ulisses E.; Jonathan A. Patz. *Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis*. **Bulletin of the World Health Organization**: Special Theme – Environment and Health, Genebra, Suíça, p. 1136-1147, 2000. Mensal. Disponível em:

<<https://www.scielo.org/pdf/bwho/2000.v78n9/1136-1147/en>>. Acesso em: 17 jan. 2020.

GRAY, Clark; HOPPING, Douglas; MUELLER, Valerie. *The changing climate-migration relationship in China, 1989 – 2011*. **Climatic Change**, [s.l.], [s.p.], 21 jan. 2020. Disponível em: Springer Science and Business Media LLC <<http://dx.doi.org/10.1007/s10584-020-02657-x>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

GRIMM, Isabel Jurema; ALCÂNTARA, Liliane C. S.; SAMPAIO, Carlos Alberto Cioce. O turismo no cenário das mudanças climáticas: impactos, possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, [s.l.], v. 12, n. 3, p. 1-22, 5 set. 2018. Disponível em: Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo (Anptur) <<http://dx.doi.org/10.7784/rbtur.v12i3.1354>>. Acesso em: 17 jan. 2020.

GUANZIROLI, Carlos E. Pronaf dez anos depois: resultados e perspectivas para o desenvolvimento rural. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s.l.], v. 45, n. 2, p. 301-328, jun. 2007. Disponível em: Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo – FapUnifesp (SciELO) <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-20032007000200004>>. Acesso em: 24 jan. 2020.

GUILHOTO, Joaquim José Martins. Um modelo computável de Equilíbrio Geral para Planejamento e Análise de Políticas Agrícolas (PAPA) na economia brasileira (*A Computable General Equilibrium model for Planning and Analysis of Agricultural Policies in the Brazilian economy*). 1995. 272 f. Tese (Livre Docência) – Economia e Sociologia Rural, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, São Paulo (SP): ESALQ/USP, jun. 1995. Disponível em: Social Science Research Network (SSRN) <<https://ssrn.com/abstract=2420141>> ou <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2420141>>. Acesso em: 21 fev. 2020.

GUILHOTO, Joaquim José Martins; AZZONI, Carlos Roberto; SILVEIRA, Fernando Gaiger; ICHIHARA, Silvio Massaru; DINIZ, Bernardo P. Campolina; MOREIRA, Guilherme Renato Caldo. **PIB da agricultura familiar: Brasil – Estados**. 2011. 05 abr. 2011. Social Science Research Network (SSRN): <<https://ssrn.com/abstract=1803225>>. <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1803225>>.

Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1803225>. Acesso em: 31 dez. 2019.

HADDAD, Eduardo Amaral. **Retornos crescentes, custo de transporte e crescimento regional**. 2004. 207 f. Tese (Livre Docência) – Economia Regional e Urbana, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), São Paulo, São Paulo (SP): FEA/USP, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/T.12.2016.tde-08032016-140543>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

Regional inequality and structural changes: lessons from the Brazilian experience. Londres, Inglaterra: Routledge, 1999. 229 p. Disponível em: <<https://doi.org/10.1201/9780429449406>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

HARLEY, Christopher D. G.; HUGHES, A. Randall; HULTGREN, Kristin M.; MINER, Benjamin G. SORTE, Cascade J. B.; THORNBUR, Carol S.; RODRIGUEZ, Laura F.; TOMANEK, Lars; WILLIAMS, Susan L. *The impacts of climate change in coastal marine systems*. **Ecology Letters**, [s.l.], v. 9, n. 2, p. 228-241, 12 jan. 2006. Disponível em: Wiley <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2672.94.s1.5.x>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

HARRISON, Jill; HORRIDGE, Jonathan Mark; JERIE, Michael; PEARSON, Ken. **Gempack manual**. GEMPACK Software, ISBN 978-1-921654-34-3, 2014. 843 p.

HERTEL, Thomas W. *Applied general equilibrium analysis of agricultural and resource policies*. In: GARDNER, Bruce L.; RAUSSER, Gordon C. (ed.). **Handbook of Agricultural Economics: agriculture in the macroeconomy**. [s.l.]: Elsevier, 2002. Cap. 26. p. 1373-1419. Volume: 2, Parte: A. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(02\)10008-9](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(02)10008-9)>. Acesso em: 15 fev. 2021.

HOFFMANN, Rodolfo. Estimativas das Elasticidades-renda de Várias Categorias de Despesa e de Consumo, Especialmente Alimentos, no Brasil, com Base na PF de 2008-2009. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, São Paulo (SP), v. 57, n. 2, p. 49-62, jul./dez. 2010. Disponível em: Instituto de Economia Agrícola – IEA (Secretaria de Agricultura e Abastecimento)

<<http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/rea/2010/rea2-4-2010.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. **Extrativismo vegetal na Amazônia: limites e oportunidades**. Belém, Pará (PA): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 1993. 202 p. Disponível em: Embrapa Amazônia Oriental – Repositório Acesso Livre à Informação Científica da Embrapa (ALICE) <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/385157>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

HORRIDGE, Jonathan Mark. *The TERM model and its database. General Paper, Centre of Policy Studies (CoPS) and the Impact Project*, n. G-219, 2011. Melbourne, Austrália: CoPS, Monash University, 2011. 21 p.

Orani-G: *a General Equilibrium Model of the Australian Economy*, Texto para Discussão, **Centre of Policy Studies (CoPS) and the Impact Project**, n. OP-93, 2000. Melbourne, Austrália: CoPS, Victoria University, 2000. Disponível em: <www.copsmodels.com/elecpapr/op-93.htm>. Acesso em: 15 fev. 2020.

HORRIDGE, Jonathan Mark; MADDEN, John; WITTEWER, Glyn. *The impact of the 2002-2003 drought on Australia*. **Journal of Policy Modeling**, [s.l.], v. 27, n. 3, p. 285-308, abr. 2005. Disponível em: Elsevier BV <<https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2005.01.008>>. Acesso em: 03 fev. 2020.

HUNTER, Paul R. *Climate change and waterborne and vector-borne disease*. **Journal of Applied Microbiology**, [s.l.], v. 94, n. 1, p. 37-46, maio 2003. Disponível em: Wiley <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2672.94.s1.5.x>>. Acesso em: 17 jan. 2020.

INAMASU, Ricardo Yassushi; NAIME, João de Mendonça; RESENDE, Álvaro Vilela de; BASSOI, Luis Henrique; BERNARDI, Alberto Carlos de Campos. **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos, São Paulo (SP): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Instrumentação, nov. 2011. 334 p. Disponível em: ResearchGate <https://www.researchgate.net/publication/224969090_Agricultura_de_precisao_um_novo_olhar>. Acesso em: 06 mai. 2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change* 2014: *synthesis report*. Contribuições dos Grupos de Trabalho I, II e III ao **Fifth Assessment Report do Intergovernmental Panel on Climate Change**. In: PACHAURI, R. K.; MEYER, L. A. (ed.). Genebra, Suíça: IPCC, 2014.

Climate Change 1995: *the IPCC second assessment report*. Contribuição do Grupo de Trabalho II ao **Second Assessment Report do Intergovernmental Panel on Climate Change**. In: WATSON, Robert T.; ZINYOWERA, M. C.; MOSS, Richard H. (ed.). Genebra, Suíça: IPCC, 1995. Disponível em: Harvard Collections <https://library.harvard.edu/collections/ipcc/docs/36__WGIISAR_FINAL.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2020.

JENSEN, Henning Tarp; ROBINSON, Sherman; TARP, Finn. *Measuring agricultural policy bias: general equilibrium analysis of fifteen developing countries*. **American Journal of Agricultural Economics**, [s.l.], v. 92, n. 4, p. 1136-1148, jul. 2010. Disponível em: Wiley <<http://dx.doi.org/10.1093/ajae/aaq043>>. Acesso em: 23 jan. 2020.

JOHANSEN, L. *A multisectoral model of economic growth*. Amsterdã, Holanda: North-Holland Pub. Co., 1960.

KUME, Honório; PIANI, Guida. Elasticidade de substituição das importações no Brasil, Texto para Discussão, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, n. 1.678. Brasília, Distrito Federal (DF): IPEA, 2011. Disponível em: ECONSTOR <<http://hdl.handle.net/10419/91478>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

LIMA, Silvia Maria Almeida; BARROS, Geraldo Sant'Ana de Camargo. Eficácia da política de preços mínimos nos anos oitenta e noventa. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), v. 50, n. 2, p. 161-178, jun. 1996. Trimestral. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/download/669/8031>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

LINH, Ta Nhat; LONG, Hoang Thanh; CHI, Le Van; TAM, Le Thanh; LEBAILLY, Philippe. *Access to rural credit markets in developing countries, the case of Vietnam: a literature review*. **Sustainability**, [s.l.], v. 11, n. 5, p. 1-18, 9 mar. 2019. Disponível

em: Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) AG
<<http://dx.doi.org/10.3390/su11051468>>. Acesso em: 23 jan. 2020.

LOPES, Mauro de Rezende; LOPES, Ignez Vidigal; OLIVEIRA, Marilene Silva de; BARCELOS, Fábio Campos; JARA, Esteban; BOGADO, Pedro Rangel. Distortions to agricultural incentives in Brazil, Texto para Discussão em Distorções Agrícolas (em inglês, *Agricultural Distortions Working Paper*), **Development Research Group do Banco Mundial (em inglês, World Bank – WB)**, n. 12, dez. 2007. Washington, DC: WB, 2007. 56 p. Disponível em: AgEcon Search <https://ageconsearch.umn.edu/record/48390/files/Brazil%20-Agricultural%20Distortions%20Working%20Paper%2012%20_%20Dec%202007.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

MADARI, Beata Emöke. Medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas: o papel do manejo e conservação do solo. In: **Seminário Agropecuária no Cerrado Frente às Mudanças Climáticas**. Goiânia, Goiás: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Arroz e Feijão, 2018.

MAGALHÃES, Aline Souza. **Economia de baixo carbono no Brasil**: alternativas de políticas e custos de redução de emissões de gases de efeito estufa. 26 mar. 2013. 293 f. Tese (Doutorado) – Curso de Economia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas (Cedeplar/Face), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), 2013. 7 Caps. Disponível em: Repositório da UFMG <<http://hdl.handle.net/1843/AMSA-9GXQ2U>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

O comércio por vias internas e seu papel sobre crescimento e desigualdade regional no Brasil. Fortaleza, Ceará (CE): Banco do Nordeste, 2011. 24. ed. 154p.

MAGALHÃES, Aline Souza; DOMINGUES, Edson Paulo; HEWINGS, Geoffrey J. D. *Regional inequality and growth: the role of interregional trade in the Brazilian economy*. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 57-80, 2012. Publicado em: 22 ago. 2015. Disponível em: Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ABER) <<https://www.revistaaber.org.br/rberu/article/view/81>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

- MANSORI, Kashif S. *The geographic effects of trade liberalization with increasing returns in transportation*. **Journal of Regional Science**, [s.l.], v. 43, n. 2, p. 249-268, 15 maio 2003. Disponível em: Wiley <<http://dx.doi.org/10.1111/1467-9787.00298>>. Acesso em: 18 fev. 2020.
- MARQUES, Mariano. Agricultura sustentável: pontos para reflexão. **Revista de Política Agrícola**, [s.l.], v. 10, n. 2, p. 44-51, abr./maio/jun. 2001. Trimestral. Disponível em: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/643>>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- MELO, Lucas Braga de; RESENDE FILHO, Moisés de Andrade. Determinantes do risco de crédito rural no Brasil: uma crítica às renegociações da dívida rural. **Revista Brasileira de Economia**, [s.l.], v. 71, n. 1, p. 67-91, 2017. Disponível em: GN1 Genesis Network <<http://dx.doi.org/10.5935/0034-7140.20170004>>. Acesso em: 24 jan. 2020.
- MESQUITA, Patrícia dos Santos; BRAZ, Vívian da Silva; MORIMURA, Michelle Midori; BURSZTYN, Marcel. Percepções de universitários sobre as mudanças climáticas e seus impactos: estudo de caso no Distrito Federal. **Ciência & Educação**, Bauru, São Paulo (SP), v. 25, n. 1, p. 181-198, 25 abr. 2019. Trimestral. Disponível em: Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo – FapUnifesp (SciELO) <<http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320190010012>>. Acesso em: 17 jan. 2020.
- MONROE, Martha C.; PLATE, Richard R.; OXARART, Annie; BOWERS, Alison; CHAVES, Willandia A. *Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research*. **Environmental Education Research**, [s.l.], v. 25, n. 6, p. 791-812, 13 ago. 2017. Disponível em: Informa UK Limited <<http://dx.doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- MONTEIRO, J. M. G.; ANGELOTTI, F.; SANTOS, M. M. de O. Adaptação e mitigação às mudanças climáticas: contribuição dos serviços ecossistêmicos dos solos. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, Minas Gerais (MG): v. 43, n. 2, p. 32-36, 2017.

MUNOZ, Cristhyan Cardozo; PALMEIRA, Eduardo Mauch. Desafios de logística nas exportações brasileiras do complexo agronegocial da soja. **Revista Acadêmica de Economia**, v. 71, 2006.

NAVARRO, Zander. A agricultura familiar no Brasil: entre a política e as transformações da vida econômica. *In*: GASQUES, José Garcia; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; NAVARRO, Zander (org.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília, Distrito Federal (DF): Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), jul. 2010. Cap. 7. p. 185-209. Disponível em: Repositório Acesso Livre à Informação Científica da Embrapa [Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária] (ALICE) <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/904333/1/AgriculturafamiliarnoBrasilcap.7.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2020.

NOBRE, Carlos A. Mudanças climáticas e o Brasil: contextualização. **Parcerias Estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 7-18, 2010.

NORTH, Michael J.; MACAL, Charles M. ***Managing business complexity: discovering strategic solutions with agent-based modeling and simulation***. Oxônia, Inglaterra: Oxford University Press (OUP), 2007.

OLSON, Mancur. ***The logic of collective action: public goods and the theory of groups***. Edição revisada de 1965. Cambridge, Estados Unidos da América (EUA): Harvard University Press, 1971.

OO, Aung Tun; HUYLENBROECK, Guido Van; SPEELMAN, Stijn. *Measuring the economic impact of climate change on crop production in the dry zone of Myanmar: a ricardian approach*. **Climate**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 9-24, 9 jan. 2020. Disponível em: MDPI AG <<http://dx.doi.org/10.3390/cli8010009>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

OSTROM, Elinor. ***Understanding institutional diversity***. Princeton, Estados Unidos da América (EUA): Princeton University Press, 2005.

Collective action and the evolution of social norm. **Journal of Economic Perspectives**, v. 14, n. 3, jun./jul./ago./set., 2000.

- _____. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Nova Iorque, Estados Unidos da América (EUA): Cambridge University Press, 1990.
- PARRON, Lucilia Maria; GARCIA, Junior Ruiz; OLIVEIRA, Edilson Batista de; BROWN, George Gardner; PRADO, Rachel Bardy (editores técnicos). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, Distrito Federal (DF): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2015. 370 p. Disponível em: Repositório Acesso Livre à Informação Científica da Embrapa (ALICE) <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131969/1/Livro-Servicos-Ambientais-Embrapa.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2020.
- PATERNIANI, Ernesto. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 15, n. 43, p. 303-326, dez. 2001. Disponível em: Fundação de Apoio à Universidade Federal de São Paulo – FapUnifesp (SciELO) <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142001000300023>>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- PEARSE, Rebecca. *Gender and climate change*. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, [s.l.], v. 8, n. 2, [s.p.], 28 dez. 2016. Disponível em: Wiley <<http://dx.doi.org/10.1002/wcc.451>>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- PEARSON, Richard G.; DAWSON, Terence P. *Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful?*. **Global Ecology and Biogeography**, [s.l.], v. 12, n. 5, p. 361-371, set. 2003. Disponível em: Wiley <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1466-822x.2003.00042.x>>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- PETER, Matthew W.; HORRIDGE, Jonathan Mark; MEAGHER, G. A.; NAQVI, Fazana; PARMENTER, B. R. The theoretical structure of Monash-MRF, Texto para Discussão, **Centre of Policy Studies (CoPS) and the Impact Project**, n. OP-85, abr. 1996. Melbourne, Austrália: CoPS, Monash University, 1996. Disponível em: <<http://www.copsmodels.com/elecpar/op-85.htm>>. Acesso em: 19 fev. 2020.
- PORSSE, Alexandre Alves. **Competição tributária regional, externalidades fiscais e federalismo no Brasil**: uma abordagem de Equilíbrio Geral Computável. 2005. 143 f. Tese (Doutorado) – Curso de Economia, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do

Sul (RS): UFRGS, 2005. Disponível em:
<<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/6696>>. Acesso em: 03 fev. 2020.

REIS, Júlio César dos; KAMOI, Mariana Yumi Takahashi; LATORRACA, Daniel; CHEN, Rafael F. F.; MICHETTI, Miqueias; WRUCK, Flávio Jesus; GARRETT, Rachael D.; VALENTIM, Judson Ferreira; RODRIGUES, Renato de Aragão Ribeiro; RODRIGUES-FILHO, Saulo. *Assessing the economic viability of integrated crop–livestock systems in Mato Grosso, Brazil*. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Nova Iorque, Estados Unidos da América (EUA): Cambridge University Press (CUP), p. 1-12, 11 set. 2019. Disponível em:
<<http://dx.doi.org/10.1017/s1742170519000280>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

REIS, Júlio César dos; KAMOI, Mariana Yumi Takahashi; PEDREIRA, Bruno Carneiro e; MICHETTI, Miqueias; GIMENEZ, Michael Adrien; MOMBACH, Mircéia Angele; SILVA, Nágela Maria Faustino da. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia. In: DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino; ANDRADE, Carlos Mauricio Soares de (ed.). **Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia**. Brasília, Distrito Federal (DF): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2019. Cap. 10. p. 385-414.

REITER, Paul. *Climate change and mosquito-borne disease*. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 109, n. 1, p. 141-161, mar. 2001. Disponível em:
<<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.01109s1141>>. Acesso em: 17 jan. 2020.

REUVENY, Rafael. *Climate change-induced migration and violent conflict*. **Political Geography**, [s.l.], v. 26, n. 6, p. 656-673, ago. 2007. Disponível em: Elsevier BV
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.polgeo.2007.05.001>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

SAES, Maria Sylvia Macchione; SILVEIRA, Rodrigo Lanna Franco da. Novas formas de organização das cadeias agrícolas brasileiras: tendências recentes. In: BUAINAIN, Antônio Márcio; ALVES, Eliseu; SILVEIRA, José Maria da; NAVARRO, Zander (ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, Distrito Federal (DF): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2014. Cap. 4. p. 295-316. (Parte 2: Uma nova fase do desenvolvimento agrário). Disponível em: Repositório Acesso Livre à Informação Científica da Embrapa (ALICE)

<<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/994073>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

SALATI, Enéas; SANTOS, Ângelo Augusto dos; NOBRE, Carlos. **As mudanças climáticas globais e seus efeitos nos ecossistemas brasileiros**. 2002. Elaborada pelo Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo (Labjor) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) em parceria com a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Disponível em: <<http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/clima/clima14.htm>>. Acesso em: 17 jan. 2020.

SAMBUICHI, Regina Helena Rosa; OLIVEIRA, Michel Ângelo Constantino de; SILVA, Ana Paula Moreira da; LUEDEMANN, Gustavo. A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios, Texto para Discussão, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, n. 1.782. Brasília, Distrito Federal (DF): IPEA, out. 2012. Disponível em: Repositório do Conhecimento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (RCIPEA) <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1050>>. Acesso em: 24 jan. 2020.

SANTOS, Gervásio Ferreira dos. **Política energética e desigualdades regionais na economia brasileira**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ): Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), 2012. 211 p. (32º Prêmio BNDES de Economia). Originalmente apresentado como tese do autor como requisito à obtenção do título de doutor (Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – FEA/USP –, 2010). Orientador: Eduardo Amaral Haddad. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/4786>>. Acesso em: 15 set. 2020.

SCHUH, G. Edward. *The exchange rate and U. S. agriculture*. **American Journal of Agricultural Economics**, Lexington, Estados Unidos da América (EUA), v. 56, n. 1, p. 1-13, 01 fev. 1974. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2307/1239342>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

SCHWERDTLE, Patricia; BOWEN, Kathryn; MCMICHAEL, Celia. *The health impacts of climate-related migration*. **BioMed Central (BMC) Medicine**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 1-7, 4 jan. 2018. Disponível em: Springer Science and Business Media LLC <<http://dx.doi.org/10.1186/s12916-017-0981-7>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

- SEDOVA, Barbora; KALKUHL, Matthias. *Who are the climate migrants and where do they go? Evidence from rural India*. **World Development**, [s.l.], v. 129, maio 2020. Disponível em: Elsevier BV <<http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104848>>. Acesso em: 22 jan. 2020.
- SESSA, Celso Bissoli. **Comércio exterior, guerra fiscal e dinâmica regional assimétrica no Brasil e no Espírito Santo**. 2019. 237 f. Tese (Doutorado) – Economia Aplicada, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais (Cedeplar/FACE/UFGM). Belo Horizonte, Minas Gerais (MG): Cedeplar/FACE/UFGM, 2019.
- SHOVEN, J.; WHALLEY, J. *Applying general equilibrium*. Nova Iorque, Estados Unidos da América (EUA): Cambridge University Press (CUP), 1992.
- SILVA, José Graziano da. Os desafios das agriculturas brasileiras. In: GASQUES, José Garcia; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; NAVARRO, Zander (org.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília, Distrito Federal (DF): Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), jul. 2010. Cap. 6. p. 157-183. Disponível em: <<http://waltersorrentino.com.br/wp-content/uploads/2012/01/graziano-desafios-agricultura.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2020.
- SILVA, João Paulo Rios e; ARRUDA, Elano Ferreira. Impactos do crédito rural no mercado de trabalho da agropecuária dos estados brasileiros. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**: Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ABER), [s.l.], v. 13, n. 3, p. 340-356, 05 mar. 2020. Trimestral. Disponível em: <<https://revistaaber.org.br/rberu/article/view/510>>. Acesso em: 20 maio 2020.
- SILVEIRA, Fernando Gaiger; ARRUDA, Pedro; VIEIRA, Izabelle; BATTESTIN, Simone; CAMPOS, Áquila Estevão; SILVA, Wesley. **Public policies for rural development and combating poverty in rural areas**. 2016. Série de Estudos em Pobreza Rural. Disponível em: <https://ipcig.org/pub/eng/Public_policies_for_rural_development.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2020. São Paulo, São Paulo (SP): FEA/USP, 2002.

SIMONATO, Thiago Cavalcante. **Projeção dos impactos econômicos regionais do desastre de Mariana-MG**. 2017. 182 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Economia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais (Cedeplar/Face/UFMG). Belo Horizonte, Minas Gerais (MG): Cedeplar/Face/UFMG, 2017. 6 caps. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/FACE-B9EMG8>>. Acesso em: 12 fev. 2020.

SOUZA, Kênia Barreiro de. **Impactos econômicos da participação da mulher no mercado de trabalho brasileiro: uma análise de Equilíbrio Geral**. 20 fev. 2015. 160 f. Tese (Doutorado) – Curso de Economia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas (Cedeplar/Face), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), 2013. 7 Caps. Disponível em: Repositório da UFMG <<http://hdl.handle.net/1843/FACE-9W9HVG>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

SOUZA, Elvanio Costa de; COELHO, Alexandre Bragança; LIMA, João Eustáquio de; CUNHA, Dênis Antônio da; FÉRES, José Gustavo. Impactos das mudanças climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico** (PPE), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), v. 43, n. 1, p. 49-87, abr. 2013. Quadrimestral. Disponível em: Repositório do Conhecimento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (RCIPEA) <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/4854>>. Acesso em: 17 jan. 2020.

SOUZA, Kênia Barreiro de; DOMINGUES, Edson Paulo; MAGALHÃES, Aline Souza; CARVALHO, Terciane Sabadini. Custo econômico da energia em Minas Gerais: impactos das elevações de tarifas entre 2011 e 2015, Texto para Discussão, **Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)**, n. 529, dez. 2015. Belo Horizonte, Minas Gerais (MG): Cedeplar/UFMG, 2015. 28 p. Disponível em: EconPapers <<https://econpapers.repec.org/paper/cdptexdis/td529.htm>>. Acesso em: 03 fev. 2020.

SOUZA, Maria da Conceição Sampaio de; HIDALGO, Álvaro Barrantes. Um modelo de Equilíbrio Geral Computável para o estudo de políticas de comércio exterior no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico** (PPE), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), v. 18, n. 2, p. 379-400, ago. 1988. Quadrimestral. Disponível em: Repositório do

Conhecimento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (RCIPEA) <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5965>>. Acesso em: 03 fev. 2020.

SOUZA, Everaldo Barreiros de; MANZI, Antonio Ocimar; SAMPAIO, Gilvan; CÂNDIDO, Luiz Antonio; ROCHA, Edson José P. da; ALVES, José Maria Brabo; CARDOSO, Manoel Ferreira; SOUSA, Adriano Marlisom L. de; COUTINHO, Mariane M.; CUNHA, Alan Cavalcanti da. Mudanças ambientais de curto e longo prazo: projeções, reversibilidade e atribuição. *In*: AMBRIZZI, Tércio; ARAUJO, Moacir. **Base científica das mudanças climáticas**: contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ): PPBMC, 2014. Cap. 9. Volume 1, p. 320-346. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos_publicos/GT1/GT1_volume_completo_cap9.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2020.

SOUZA, Saulo S.; SILVA, Elisabete A. Reforma agrária e planejamento regional: uma proposição estado-mercado. **Planejamento e Políticas Públicas (PPP)**, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), [s.v.], n. 38, p. 237-262, jun. 2012. Semestral. Disponível em: <<http://ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/viewFile/282/270>>. Acesso em: 03 ago. 2020.

STERMAN, John D. ***Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world***. Boston, Estados Unidos da América (EUA): Irwin/McGraw-Hill, 2000.

STEVANOVIC, M. *et al.* ***The impact of high-end climate change on agricultural welfare***. **Science Advances**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 1-9, 2016.

TABACHNICK, W. J. *Challenges in predicting climate and environmental effects on vector-borne disease epistemics in a changing world*. **Journal of Experimental Biology**, [s.l.], v. 213, n. 6, p. 946-954, 26 fev. 2010. Disponível em: The Company of Biologists <<http://dx.doi.org/10.1242/jeb.037564>>. Acesso em: 17 jan. 2020.

TANURE, Tarik Marques do Prado. **Mudanças climáticas e agricultura no Brasil**: impactos econômicos regionais e por cultivo familiar e patronal. 08 abr. 2020. 257 f. Tese (Doutorado) – Curso de Economia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento

Regional da Faculdade de Ciências Econômicas (Cedeplar/Face), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), 2020. 5 Caps.

TANURE, Tarik Marques do Prado; MIYAJIMA, Diego Nobuhiko; MAGALHÃES, Aline Souza; DOMINGUES, Edson Paulo; CARVALHO, Terciane Sabadini. *The impacts of climate change on agricultural production, land use and economy of the Legal Amazon region between 2030 and 2049*. **EconomiA**, [s.l.], [s.v.], [s.n.], 19 pp, maio 2020. Disponível em: Elsevier BV <<http://dx.doi.org/10.1016/j.econ.2020.04.001>>. Acesso em: 25 maio 2020.

TILMAN, David; CASSMAN, Kenneth G.; MATSON, Pamela A.; NAYLOR, Rosamond; POLASKY, Stephen. *Agricultural sustainability and intensive production practices*. **Nature**, [s.l.], v. 418, n. 6898, p. 671-677, ago. 2002. Disponível em: *Springer Science and Business Media LLC* <<http://dx.doi.org/10.1038/nature01014>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

TUOTO, M.; HOEFLICH, V. A. Floresta plantada poupa mata nativa. **Revista Agroanalysis**, São Paulo, São Paulo (SP), v. 27, n. 4, p. 1-4, abr. 2007. Caderno Especial.

VALDÉS, Alberto. *Surveillance of agricultural price and trade policy in Latin America during major policy reforms*. **World Bank Discussion Papers**, Washington, DC, [s.v.], n. 349, [s.p.], dez. 1996. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1596/0-8213-3836-6>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

VITORINO, Paulo Henrique; CARRARA, Anieli Fagundes. Crédito rural e seu impacto no ambiente macroeconômico brasileiro: uma análise do efeito do Pronaf sobre a inflação, produção e emprego do país no período recente. **Revista de Desenvolvimento e Políticas Públicas** (Redepp), [s.l.], v. 2, n. 2, p. 140-157, 30 dez. 2018. Disponível em: Redepp <<http://dx.doi.org/10.31061/redepp.v2n2.140-157>>. Acesso em: 20 maio 2020.

WING, Ian Sue. *Computable General Equilibrium Models and Their Use in Economy-Wide Policy Analysis: Everything You Ever Wanted to Know (But Were Afraid to Ask)*, Nota Técnica, **Center for Energy & Environmental Studies and Department of Geography & Environment (Boston University) and Joint Program on the Science**

& Policy of Global Change (Massachusetts Institute of Technology – MIT). n. 6, set. 2004. Boston, Estados Unidos da América (EUA): *MIT Joint Program on the Science & Policy of Global Change*, 2004. 50 p. Disponível em: MIT <http://web.mit.edu/globalchange/www/MITJPSPGC_TechNote6.pdf>. Acesso em: 14 set. 2020.

WITTWER, Glyn; VERE, David T.; JONES, Randall E.; GRIFFITH, Garry R. *Dynamic general equilibrium analysis of improved weed management in Australia's winter cropping systems*. **The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, [s.l.], v. 49, n. 4, p. 363-377, dez. 2005. Disponível em: Wiley <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8489.2005.00308.x>>. Acesso em: 24 fev. 2020.

YEARLEY, Steven. *Sociology and climate change after Kyoto*. **Current Sociology**, [s.l.], v. 57, n. 3, p. 389-405, maio 2009. Disponível em: SAGE Publications <<http://dx.doi.org/10.1177/0011392108101589>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

ANEXO

As suposições quanto ao funcionamento da economia em TERM-Biomas em dinâmica recursiva, de forma geral, são estabelecidas no fechamento (escolha das variáveis exógenas e endógenas). Os cenários de referência e de política possuem fechamentos distintos nas simulações de TERM-Biomas. No fechamento do cenário de referência (cenário base ou básico), a configuração das variáveis foi orientada para simular o comportamento da economia de acordo com as médias históricas verificadas no período recente retirado o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). No cenário de política (com a inserção do Pronaf), a escolha das variáveis exógenas e endógenas foi realizada de modo a permitir a melhor análise, em termos de resultados, da implementação do cenário de inclusão do programa. Assim, parte das variáveis exógenas do cenário de referência passa a ser endógena no cenário de política. E o oposto também é verdade, ou seja, parte das variáveis exógenas do cenário com Pronaf, são endógenas no cenário base. A Tabela A.1 apresenta, além da descrição das variáveis utilizadas nos fechamentos dos cenários de referência e de política, a composição de tais variáveis para ambos os cenários simulados. As variáveis assinaladas na coluna de

determinado cenário representam as variáveis exógenas daquele cenário especificamente.

Tabela A.1 – Descrição das variáveis utilizadas para o fechamento do modelo dinâmico TERM-Biomas.

Variável Exógena	Dimensão	Descrição	Cenários	
			Referência (sem Pronaf)	Política (com Pronaf)
PIB real (lado da oferta)				
acap	IND*DST	Mudança tecnológica do capital	X	X
aint_d	COM*IND	Mudança tecnológica de bens intermediários por região	X	X
alnd	IND*DST	Mudança tecnológica da terra	X	X
aprintot	1	Mudança tecnológica genérica de fatores primários		X
aprim_i	DST	Mudança tecnológica individual de fatores primários	X	X
atot	IND*DST	Mudança tecnológica genérica	X	X
atot("AgricFam")	DST	Mudança tecnológica na agricultura familiar	X	
atot("PecuarFam")	DST	Mudança tecnológica na pecuária familiar	X	
atot("SilvExtVeFam")	DST	Mudança tecnológica na silvicultura e extração vegetal familiar	X	
atradmar_cs	MAR*ORG*DST	Mudança tecnológica de margens	X	X
bint_scd	IND	Mudança tecnológica de bens intermediários	X	X
blab_o	IND*DST	Mudança tecnológica do fator trabalho por ocupação	X	X
blab_oid	1	Mudança tecnológica do fator trabalho genérica	X	X
frnorm	IND*DST	Deslocamento da taxa de retorno normal bruta (regional)	X	X
frnorm_id	1	Deslocamento da taxa de retorno normal bruta (nacional)		X
labslack	1	Variável que permite o ajuste no emprego agregado	X	X
gtrend	IND*DST	Razão tendencial do investimento sobre o capital (regional)	X	X
xcap	IND*DST	Dotação do capital por setor		
xcap("AgricFam")	DST	Dotação do capital na agricultura familiar		X
xcap("PecuarFam")	DST	Dotação do capital na pecuária familiar		X
xcap("SilvExtVeFam")	DST	Dotação do capital na silvicultura e extração vegetal familiar		X
xlnd	IND*DST	Dotação da terra por setor	X	X
xtot	IND*DST	Produção por setor		
xtot("AgricFam")	DST	Produção da agricultura familiar		X

xtot("PecuarFam")	DST	Produção da pecuária familiar		X
xtot("SilvExtVeFam")	DST	Produção da silvicultura e extração vegetal familiar		X
twistsrc	SRC	Substituição de origem (k) para bens (i,s)	X	X
PIB real (lado da demanda)				
fhou	DST	Propensão Regional ao consumo dada a Renda	X	X
fgovgen	1	Deslocamento da demanda do governo (nacional)		X
fgovtot	DST	Deslocamento da demanda do governo (regional)	X	X
fgov_s	COM*DST	Deslocamento da demanda do governo por produto (regional)	X	X
natfhou	1	Participação do consumo das famílias no PIB real		X
flab_io	DST	Deslocamento do salário (regional)	X	X
flab_iod	1	Deslocamento do salário (nacional)	X	X
invslack	1	Variável que permite exogeneizar o investimento nacional	X	X
NatMacro("RealHou")	1	Consumo real das famílias	X	
Natmacro("RealInv")	1	Investimento real	X	
Natmacro("RealGov")	1	Consumo do governo	X	
NatMacro("ExpVol")	1	Volume de exportações	X	
Natmacro("RealGDP")	1	PIB real	X	
Condições externas				
fpexp	COM*SRC	Deslocamento dos preços das exportações	X	X
fqexp	COM*SRC	Deslocamento das quantidades exportadas	X	X
fqexp_cs	1	Deslocamento geral das quantidades exportadas		X
pfimp	COM*ORG	Preço dos importados em moeda estrangeira	X	X
Impostos				
delPTXRATE	IND*DST	Mudança na taxa do imposto sobre a produção	X	X
Distribuição dos investimentos				
finv4	IND*DST	Deslocamento do investimento de longo prazo	X	X
faccum	IND*DST	Deslocamento que ativa a equação de acumulação de capital	X	X
faccum("AgricFam")	DST		X	
faccum("PecuarFam")	DST		X	
faccum("SilvExtVeFam")	DST		X	
delUnity	1	<i>Dummy</i> = 1 para ativar a equação de acumulação de capital	X	X
Número de famílias				
nhou	DST	Número de famílias	X	X

Numerário				
phi	1	Taxa de câmbio	X	X

Fonte: elaboração própria.

O fechamento do cenário de referência considera as variáveis macroeconômicas PIB real, Consumo das famílias, Investimento, Consumo do governo e Exportações como exógenas. Para permitir o crescimento exógeno, as variáveis referentes à oferta de capital, participação do consumo das famílias no PIB, deslocamento do consumo do governo, deslocamento das quantidades exportadas e deslocamento da taxa de retorno são endógenas e se alocam de forma a respeitar o comportamento determinado das variáveis macroeconômicas mencionadas. As variáveis de deslocamento alteram as curvas ou as quantidades nas curvas de demanda (ou oferta) de maneira a se acomodar às taxas exógenas de crescimento de determinada variável. A taxa de câmbio é o numerário do modelo, sendo exógena nos fechamentos. A escolha do numerário determina qual variável terá seu vetor de preços igualado a 1, assim, os demais preços irão variar em relação a esse vetor. O Índice Geral de Preços não foi utilizado como numerário por ser uma variável de possível interesse na análise dos resultados e, portanto, endógena nos fechamentos. Um teste de homogeneidade foi realizado para verificar possíveis inconsistências no modelo. Partindo do pressuposto de que variáveis reais não são afetadas se os preços relativos não se alterarem, o teste consistiu em aplicar um choque de 10% no numerário e analisar o comportamento das variáveis reais. Conforme esperado, nenhuma variável real foi alterada, pois os preços relativos permaneceram inalterados.

A Tabela A.2 abarca os dados utilizados para a construção do vetor de choque de crédito na agropecuária, extração vegetal e silvicultura familiar do modelo dinâmico com 18 setores. Como mencionado no corpo do texto, foram utilizados os dados de crédito rural disponibilizados pelo Banco Central do Brasil – BCB (BRASIL, 2019a).

Tabela A.2 – Financiamento rural familiar, segundo região do modelo, Brasil, janeiro de 2016 a setembro de 2019.

Código da região	Região	Pronaf 2016	Pronaf 2017	Pronaf 2018	Pronaf 2019 (janeiro-setembro)	Total
1	RO_Amazonia	807.563.395,71	949.860.609,43	924.108.468,86	637.765.006,39	3.319.297.480,39
2	AC_Amazonia	125.463.427,49	126.293.907,90	110.009.158,56	83.077.898,01	444.844.391,96
3	AM_Amazonia	25.347.725,03	33.858.376,46	21.763.006,92	12.229.854,90	93.198.963,31
4	RR_Amazonia	52.500.969,83	33.631.515,09	38.233.099,46	24.030.988,49	148.396.572,87
5	PA_Amazonia	270.175.151,11	238.797.725,03	301.685.512,30	252.859.092,10	1.063.517.480,54
6	AP_Amazonia	13.590.045,74	10.125.720,49	12.745.324,77	12.665.118,05	49.126.209,05
7	TO_Amazonia	49.925.187,24	23.714.804,13	18.682.651,50	10.001.072,47	102.323.715,34
8	MA_Amazonia	190.013.583,59	97.677.955,22	180.925.632,95	120.210.167,37	588.827.339,13
9	MT_Amazonia	621.867.794,92	598.547.771,48	721.728.375,99	415.349.053,65	2.357.492.996,04
10	TO_Cerrado	145.971.804,96	107.302.552,15	80.678.331,36	54.218.603,91	388.171.292,38
11	MA_Cerrado	230.770.087,19	157.606.823,74	248.466.025,40	191.594.373,29	828.437.309,62
12	PI_Cerrado	43.933.096,75	29.553.838,89	62.408.983,47	40.901.276,35	176.797.195,46
13	BA_Cerrado	69.041.353,30	56.159.526,80	94.180.661,67	64.759.306,14	284.140.847,91
14	MG_Cerrado	970.027.733,71	842.825.959,26	985.701.410,37	605.866.912,14	3.404.422.015,48
15	SP_Cerrado	208.815.066,51	146.702.721,03	175.084.011,48	96.075.530,66	626.677.329,68
16	PR_Cerrado	11.219.087,21	8.709.411,38	11.239.165,48	6.546.485,10	37.714.149,17
17	MS_Cerrado	85.351.423,94	74.270.018,96	88.783.238,33	60.551.112,87	308.955.794,10
18	MT_Cerrado	247.453.378,34	215.382.297,28	217.907.438,68	110.740.658,15	791.483.772,45
19	GO_Cerrado	577.218.883,85	553.718.704,31	625.419.878,09	386.785.357,97	2.143.142.824,22
20	DF_Cerrado	3.521.102,76	4.480.920,76	2.905.065,45	1.026.109,45	11.933.198,42
21	MA_Caatinga	5.594.913,21	5.345.831,96	8.162.797,15	5.823.634,81	24.927.177,13
22	PI_Caatinga	260.760.575,30	157.947.891,67	345.474.451,84	239.491.729,03	1.003.674.647,84
23	CE_Caatinga	499.678.482,43	253.172.281,02	474.591.590,34	385.754.239,94	1.613.196.593,73
24	RN_Caatinga	177.359.079,98	162.342.461,43	207.397.831,59	147.681.086,36	694.780.459,36
25	PB_Caatinga	278.420.089,80	209.279.930,13	368.535.004,24	263.180.818,63	1.119.415.842,80
26	PE_Caatinga	304.639.768,83	206.129.821,15	365.125.116,20	226.715.479,45	1.102.610.185,63
27	AL_Caatinga	128.625.708,12	119.965.050,43	144.059.692,41	116.899.899,61	509.550.350,57

28	SE_Caatinga	138.524.271,95	101.632.108,92	139.818.925,59	115.619.308,69	495.594.615,15
29	BA_Caatinga	537.725.394,13	358.212.810,20	682.682.227,59	552.408.119,37	2.131.028.551,29
30	MG_Caatinga	61.105.313,92	33.907.807,56	57.686.971,00	38.259.368,05	190.959.460,53
31	RN_Matlantica	8.086.965,19	5.952.054,23	6.144.036,31	4.578.187,96	24.761.243,69
32	PB_Matlantica	20.400.651,20	24.262.515,55	25.154.811,99	17.466.759,74	87.284.738,48
33	PE_Matlantica	123.723.568,34	72.322.549,60	124.812.787,48	76.096.363,54	396.955.268,96
34	AL_Matlantica	65.907.541,25	82.028.343,34	99.448.721,05	50.746.250,75	298.130.856,39
35	SE_Matlantica	49.663.434,50	34.259.055,75	55.355.452,07	42.674.434,99	181.952.377,31
36	BA_Matlantica	243.554.135,16	126.635.848,60	202.793.663,96	179.639.011,29	752.622.659,01
37	MG_Matlantica	1.485.538.060,12	1.478.496.128,98	1.732.473.263,58	911.313.317,17	5.607.820.769,85
38	ES_Matlantica	729.646.238,68	690.743.599,16	666.628.641,40	427.484.647,61	2.514.503.126,85
39	RJ_Matlantica	107.192.782,28	149.431.752,43	130.619.773,31	77.938.344,99	465.182.653,01
40	SP_Matlantica	640.825.228,06	486.804.343,04	464.665.575,87	308.394.240,00	1.900.689.386,97
41	PR_Matlantica	3.784.205.150,39	3.761.378.763,07	3.840.493.847,15	2.966.013.500,53	14.352.091.261,14
42	SC_Matlantica	2.568.832.002,11	2.741.627.075,80	3.012.080.599,39	2.477.960.881,37	10.800.500.558,67
43	RS_Matlantica	4.367.307.219,58	4.684.884.840,21	5.212.922.752,82	4.440.839.492,47	18.705.954.305,08
44	MS_Matlantica	121.949.137,71	126.728.961,41	119.597.060,59	74.199.283,27	442.474.442,98
45	GO_Matlantica	7.656.886,75	6.316.310,49	7.083.302,46	4.880.452,62	25.936.952,32
46	RS_Pampa	802.986.860,99	799.174.901,06	911.935.771,20	670.019.088,55	3.184.116.621,80
47	MS_Pantanal	4.122.913,35	3.419.227,00	3.985.836,99	1.282.806,45	12.810.783,79
48	MT_Pantanal	24.601.736,53	22.873.452,83	28.519.214,70	10.751.771,66	86.746.175,72

Fonte: elaboração própria a partir da Matriz de Dados do Crédito Rural do BCB (BRASIL, 2019a).

Os dados presentes na Tabela A.2 versam sobre as contratações de crédito pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf – valor dos contratos (em reais) – e foram obtidos através do Relatório de Crédito Rural (Contratações) da Matriz de Dados do Crédito Rural, produzida e divulgada pelo BCB (BRASIL, 2019a). Adite-se que todos os subprogramas do Pronaf, no período de 2016 a 2019, são considerados aqui. O resultado desta coleta, então, foi o valor de todo o crédito rural via Pronaf, como pode ser observado na Tabela A.2, tanto

para a agricultura quanto para a pecuária, por município brasileiro dentro do período de interesse. Dos 5.570 municípios brasileiros, a Tabela A.2 traz 5.387, pois os 183 municípios restantes não receberam crédito rural via Pronaf no período de janeiro de 2016 a setembro de 2019.

A Tabela A.3 é aquela que traz os resultados que dão base à construção da Figura 12 e do Gráfico 2 da seção 4.1.1 no quarto capítulo desta Tese (Resultados e Discussão). Os impactos regionais acumulados sobre o Produto Interno Bruto (PIB) a partir da inserção do Pronaf no modelo até 2020 são apresentados.

Tabela A.3 – Impacto regional acumulado no PIB a partir do Pronaf, segundo classificação do maior para o menor, Brasil, 2016 a 2020.

Posição	Região	Variação (%) acumulada 2020	Posição	Região	Variação (%) acumulada 2020
1	7 TO_Amazonia	11,00	25	37 MG_MATlantic	2,79
2	43 RS_MATlantic	9,71	26	46 RS_Pampa	2,63
3	9 MT_Amazonia	8,38	27	23 CE_Caatinga	2,62
4	29 BA_Caatinga	8,11	28	16 PR_Cerrado	2,54
5	27 AL_Caatinga	7,30	29	8 MA_Amazonia	2,49
6	1 RO_Amazonia	7,23	30	4 RR_Amazonia	2,37
7	26 PE_Caatinga	6,79	31	3 AM_Amazonia	2,31
8	25 PB_Caatinga	5,81	32	48 MT_Pantanal	2,24
9	11 MA_Cerrado	5,34	33	15 SP_Cerrado	2,23
10	2 AC_Amazonia	5,20	34	33 PE_MATlantic	2,12
11	42 SC_MATlantic	4,88	35	36 BA_MATlantic	2,11
12	44 MS_MATlantic	4,85	36	34 AL_MATlantic	1,86
13	41 PR_MATlantic	4,45	37	35 SE_MATlantic	1,86
14	14 MG_Cerrado	4,30	38	6 AP_Amazonia	1,83
15	24 RN_Caatinga	4,02	39	40 SP_MATlantic	1,80
16	10 TO_Cerrado	3,80	40	31 RN_MATlantic	1,61
17	19 GO_Cerrado	3,68	41	32 PB_MATlantic	1,58
18	18 MT_Cerrado	3,59	42	12 PI_Cerrado	1,44
19	17 MS_Cerrado	3,48	43	39 RJ_MATlantic	1,43
20	45 GO_MATlantic	3,43	44	20 DF_Cerrado	1,03
21	5 PA_Amazonia	3,27	45	30 MG_Caatinga	0,59
22	47 MS_Pantanal	3,12	46	21 MA_Caatinga	-0,06
23	13 BA_Cerrado	3,06	47	22 PI_Caatinga	-1,11
24	38 ES_MATlantic	2,93	48	28 SE_Caatinga	-1,47

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomass.

Já a Tabela A.4 contém os resultados que dão base à construção das tabelas e figuras com os mapas da seção 4.1.2 no quarto capítulo desta Tese (Resultados e Discussão). Tais resultados dizem respeito ao desvio percentual (%) acumulado até o ano de 2020 na quantidade produzida aos níveis setorial e regional (em termos de variação percentual acumulada até o ano selecionado) para a simulação do Pronaf. Essa tabela traz todos os setores (modelo dinâmico com 18 – dezoito – setores) para esse ano e as regiões do primeiro modo de operação do modelo.

Tabela A.4 – Impacto acumulado na produção setorial a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2020.

Região	Setor																	
	1 Agric Fam	2 Agric Patr	3 Pecuar Fam	4 Pecuar Patr	5 SilvExt VeFam	6 SilvExt VePat	7 Pesc Aquic	8 Extr Miner	9 Adubo Fert	10 DefAgr Desinf	11 OutInd Transf	12 ServInd UtPub	13 Constr Civil	14 Com AtaVar	15 Transp Carga	16 Transp Out	17 Out Servicos	18 Adm Pub
1 RO_Amazonia	54,00	0,80	55,94	3,83	53,28	0,60	0,88	0,76	2,26	1,39	13,56	1,94	5,17	3,27	3,79	3,73	3,26	-0,05
2 AC_Amazonia	34,22	0,81	36,14	3,42	33,70	0,48	1,04	0,87	2,49	1,81	10,17	2,06	4,67	3,47	3,61	4,27	3,54	0,73
3 AM_Amazonia	1,67	0,51	2,68	1,50	2,00	0,42	0,81	0,80	2,44	1,69	1,63	1,37	2,94	1,26	1,57	2,96	2,34	0,18
4 RR_Amazonia	27,71	0,72	29,77	2,72	27,50	0,46	0,84	0,93	2,17	1,45	4,85	1,92	2,93	0,18	-0,05	3,00	2,68	-0,00
5 PA_Amazonia	9,03	0,68	10,16	2,53	8,92	0,44	0,96	0,47	2,52	1,76	5,67	1,59	3,69	1,91	2,44	3,47	2,26	0,47
6 AP_Amazonia	5,64	0,46	6,44	1,06	5,66	0,35	0,81	0,82	2,19	1,42	2,71	1,23	2,08	-0,40	0,67	2,26	1,91	0,00
7 TO_Amazonia	32,63	0,60	35,01	3,09	32,74	0,39	0,87	1,50	2,30	1,59	6,56	1,25	3,34	1,03	2,69	2,46	1,41	0,44
8 MA_Amazonia	33,33	0,66	34,96	2,71	32,69	0,43	0,95	0,98	2,22	1,49	2,49	1,70	3,59	0,48	1,70	2,42	1,43	0,22
9 MT_Amazonia	48,28	0,79	49,98	4,21	47,55	0,45	1,02	1,04	2,34	1,61	14,10	1,54	5,08	6,16	4,02	3,86	1,96	0,07
10 TO_Cerrado	24,43	0,82	26,29	3,38	24,22	0,42	0,97	1,68	2,36	1,67	11,16	1,84	4,52	3,03	3,10	3,35	2,33	0,51
11 MA_Cerrado	35,03	0,77	36,80	3,02	34,53	0,45	0,97	1,55	2,20	1,49	4,04	1,56	3,40	1,82	2,43	2,56	1,77	0,39
12 PI_Cerrado	35,65	0,66	37,15	2,73	34,85	0,40	0,89	1,42	2,15	1,44	2,33	1,27	3,58	0,42	1,44	1,58	1,17	0,00
13 BA_Cerrado	32,72	0,68	34,02	2,82	31,68	0,44	0,85	1,02	2,37	1,59	6,22	1,51	3,79	1,04	2,05	2,66	1,85	0,39
14 MG_Cerrado	32,47	0,85	33,84	2,75	31,91	0,44	0,87	1,33	2,64	1,56	5,09	1,86	4,57	3,07	2,76	3,01	1,94	0,27
15 SP_Cerrado	21,98	1,09	23,35	3,08	21,46	0,51	0,88	1,47	2,29	1,52	3,02	1,65	4,29	2,23	2,33	2,70	1,77	0,28
16 PR_Cerrado	20,39	0,63	21,53	2,79	19,43	0,46	0,76	1,34	3,10	2,19	2,12	1,21	3,76	1,20	1,68	2,46	2,17	-0,26
17 MS_Cerrado	24,80	0,87	26,20	3,32	23,99	0,47	0,87	1,66	2,26	1,64	8,87	1,98	5,31	3,74	3,15	3,71	2,57	-0,11
18 MT_Cerrado	38,52	0,66	39,88	3,52	37,44	0,46	0,86	1,36	2,17	1,49	9,53	2,02	5,12	3,16	2,97	3,67	2,83	-0,15
19 GO_Cerrado	36,56	0,72	37,98	2,97	35,46	0,40	0,82	1,17	2,23	1,42	5,98	1,98	4,79	3,39	2,65	3,49	2,39	-0,13
20 DF_Cerrado	11,39	0,60	13,05	2,46	11,39	0,42	0,72	0,68	2,01	1,14	3,00	1,42	3,54	1,71	1,74	2,60	1,54	-0,48
21 MA_Caatinga	60,69	0,48	62,37	2,22	59,78	0,42	0,82	0,55	2,06	1,32	1,35	1,28	3,56	-0,12	1,36	1,87	1,81	0,01
22 PI_Caatinga	29,93	0,27	31,76	1,57	29,37	0,29	0,71	0,92	2,15	1,35	2,26	0,17	1,13	-0,74	0,37	1,78	0,66	-0,38
23 CE_Caatinga	25,13	0,46	26,89	2,52	24,90	0,38	0,94	0,87	2,35	1,67	1,99	1,61	3,61	1,01	1,85	2,83	1,66	0,23
24 RN_Caatinga	31,84	0,54	33,91	2,07	31,73	0,36	0,87	0,91	2,26	1,51	2,32	1,68	3,37	1,08	1,70	2,46	2,01	0,14
25 PB_Caatinga	33,35	0,53	35,56	1,93	33,37	0,39	0,86	1,34	2,40	1,57	3,53	1,82	3,13	1,01	1,74	2,32	1,99	0,14
26 PE_Caatinga	29,12	0,59	30,99	2,49	28,73	0,31	0,94	1,40	2,26	1,36	3,79	1,16	2,87	1,71	2,28	2,43	2,34	0,80
27 AL_Caatinga	42,96	0,61	45,00	2,38	42,44	0,43	0,84	1,32	2,48	1,65	4,23	1,34	3,09	0,57	1,27	2,38	2,00	-0,03
28 SE_Caatinga	35,72	0,31	37,50	1,68	34,98	0,33	0,68	0,45	2,21	1,17	2,67	1,40	1,87	-0,48	0,31	2,26	1,88	-0,79

29 BA_Caatinga	20,63	0,49	22,49	1,84	20,57	0,20	0,87	1,08	2,44	1,54	2,80	1,06	1,12	1,54	1,94	1,80	1,65	0,32
30 MG_Caatinga	44,91	0,81	47,76	2,53	45,17	0,36	0,75	0,55	2,33	1,43	2,03	1,45	2,52	0,34	1,40	2,11	1,61	-0,29
31 RN_Matlandic	26,62	1,08	28,22	2,53	25,99	0,44	0,92	0,75	2,46	1,66	2,29	1,85	3,91	1,20	1,65	2,89	1,94	0,26
32 PB_Matlandic	20,80	1,02	22,70	2,36	20,73	0,41	0,85	1,02	2,40	1,48	2,11	1,77	3,71	0,85	1,57	2,70	1,71	-0,07
33 PE_Matlandic	27,15	1,23	28,87	2,95	26,62	0,48	1,01	1,54	2,50	1,77	2,53	1,57	4,12	1,33	2,20	2,97	2,09	0,47
34 AL_Matlandic	37,21	1,13	39,30	2,54	36,52	0,42	0,85	0,68	2,42	1,54	2,12	1,75	3,56	0,29	1,33	2,59	1,57	-0,09
35 SE_Matlandic	21,27	0,79	23,18	2,18	20,77	0,37	0,72	0,60	2,34	1,46	1,51	1,42	2,72	-0,40	0,69	0,43	0,74	-0,46
36 BA_Matlandic	16,28	0,59	18,08	2,44	16,25	0,50	0,87	0,74	2,30	1,33	2,31	1,89	3,81	1,03	1,74	3,23	1,95	0,16
37 MG_Matlandic	37,64	0,79	38,98	2,81	36,79	0,51	0,93	0,36	3,01	1,91	3,92	1,56	4,01	2,46	2,42	2,59	1,83	0,14
38 ES_Matlandic	36,05	0,70	37,52	3,00	35,05	0,51	0,76	0,34	2,67	1,76	3,78	1,86	3,58	1,68	1,68	2,38	1,84	-0,16
39 RJ_Matlandic	23,48	0,59	25,30	1,93	23,32	0,38	0,65	0,44	2,45	1,23	1,50	1,55	3,35	1,25	1,14	2,75	1,51	-0,56
40 SP_Matlandic	26,98	1,05	28,53	2,86	26,85	0,50	0,87	1,06	2,69	1,73	2,34	1,38	3,92	1,99	2,15	2,65	1,57	0,08
41 PR_Matlandic	50,79	0,85	52,38	3,31	49,86	0,54	0,92	1,43	3,84	3,44	4,78	1,65	4,87	3,51	3,07	3,29	2,06	0,02
42 SC_Matlandic	45,22	0,68	47,38	3,34	44,79	0,55	0,93	1,15	4,15	3,33	4,48	1,70	4,73	2,77	2,75	3,09	2,20	-0,09
43 RS_Matlandic	51,15	0,91	53,04	3,78	50,47	0,70	1,18	1,63	3,65	3,70	5,50	1,98	5,25	5,25	4,58	3,36	2,42	0,63
44 MS_Matlandic	41,34	0,95	42,75	3,70	40,14	0,48	0,95	0,72	2,78	2,04	10,58	1,37	4,88	3,04	3,09	2,93	2,17	0,20
45 GO_Matlandic	27,86	1,21	28,94	3,02	26,84	0,44	0,79	0,61	2,35	1,54	4,15	1,38	4,11	1,56	1,95	2,76	2,14	-0,33
46 RS_Pampa	37,99	0,93	39,74	2,84	37,47	0,53	0,91	1,47	3,58	3,23	3,28	1,61	4,28	2,90	2,82	2,67	1,66	0,09
47 MS_Pantanal	15,55	0,75	17,19	2,97	15,52	0,44	0,78	0,17	2,33	1,55	10,22	1,51	3,90	1,74	2,27	2,86	3,16	-0,32
48 MT_Pantanal	36,64	0,58	38,49	2,76	35,59	0,45	0,74	0,83	1,91	1,19	7,67	1,48	3,64	1,64	1,89	2,94	3,32	-0,21
Brasil	36,38	0,82	37,47	2,97	28,24	0,50	0,90	0,55	2,65	1,83	3,45	1,60	3,98	2,21	2,36	2,78	1,75	0,00

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomass.

Já a Tabela A.5 abarca os resultados setoriais e regionais após o mesmo choque de crédito na agropecuária, extração vegetal e silvicultura familiar do modelo dinâmico com 18 setores, porém até 2030. A perspectiva aqui, então, é a de resultado acumulado até o ano de 2030, após a simulação com o crédito rural via Pronaf de 2016 a 2019.

Tabela A.5 – Impacto acumulado na produção setorial a partir do Pronaf, segundo região do modelo, Brasil, 2016 a 2030.

Região	Setor																	
	1 Agric Fam	2 Agric Patr	3 Pecuar Fam	4 Pecuar Patr	5 SilvExt VeFam	6 SilvExt VePat	7 Pesc Aquic	8 Extr Miner	9 Adubo Fert	10 DefAgr Desinf	11 OutInd Transf	12 ServInd UtPub	13 Constr Civil	14 ComAta Var	15 Transp Carga	16 Transp Out	17 Out Servicos	18 Adm Pub
1 RO_Amazonia	40,90	2,41	55,50	6,43	32,47	2,98	2,56	2,71	3,27	4,08	16,22	6,08	8,48	5,26	7,03	6,91	6,08	0,09
2 AC_Amazonia	23,95	2,70	36,81	5,71	19,74	2,28	2,60	2,72	3,44	4,40	12,91	5,39	7,74	5,11	6,25	7,24	6,23	0,71
3 AM_Amazonia	-0,30	2,12	5,37	3,54	1,92	2,02	1,90	2,77	2,94	3,85	3,65	3,96	5,72	2,86	3,70	5,48	4,48	0,02
4 RR_Amazonia	18,79	2,28	31,30	4,63	16,28	2,28	2,27	3,09	2,96	3,95	7,04	5,43	5,28	1,17	2,95	5,94	5,08	0,07
5 PA_Amazonia	5,47	2,21	12,81	4,72	5,90	2,20	2,40	1,66	3,26	4,09	8,12	4,60	6,81	3,47	4,75	6,52	4,78	0,44
6 AP_Amazonia	2,71	1,81	8,61	3,42	3,92	1,76	2,06	2,58	2,81	3,72	4,64	3,97	4,78	0,31	2,53	4,94	3,98	0,01

7 TO_Amazonia	21,10	1,90	35,71	5,21	19,35	1,97	2,19	4,10	2,99	3,93	9,37	3,75	6,51	2,32	5,21	5,26	3,33	0,43
8 MA_Amazonia	24,00	1,97	35,61	4,77	19,30	2,12	2,37	2,74	2,70	3,63	4,69	4,44	6,40	1,61	4,18	5,29	3,49	0,21
9 MT_Amazonia	38,10	2,39	49,92	6,93	29,18	2,44	3,27	3,21	3,56	4,49	16,94	4,77	8,64	8,96	7,46	7,14	5,05	0,35
10 TO_Cerrado	16,78	2,35	27,81	5,71	14,42	2,15	2,60	4,44	3,28	4,22	13,69	5,03	7,57	4,88	5,86	6,28	4,88	0,55
11 MA_Cerrado	25,52	2,13	37,35	5,22	20,63	2,26	2,51	4,26	2,80	3,76	6,21	4,26	6,25	3,27	4,70	5,11	3,95	0,37
12 PI_Cerrado	27,10	1,86	37,67	4,85	20,73	2,00	2,27	3,91	2,48	3,38	4,35	3,76	6,27	1,75	3,57	3,94	2,91	-0,06
13 BA_Cerrado	25,95	1,91	34,86	4,95	18,58	2,12	2,11	3,14	3,07	3,93	8,46	4,49	6,64	2,35	4,30	5,42	4,19	0,27
14 MG_Cerrado	24,80	2,78	34,57	5,15	18,53	2,36	2,48	3,88	3,62	4,51	7,79	4,66	7,87	5,34	5,63	5,85	4,54	0,34
15 SP_Cerrado	16,67	3,27	24,84	5,31	12,30	2,56	2,42	4,13	3,40	4,51	5,47	4,15	7,21	4,30	4,86	5,25	4,13	0,16
16 PR_Cerrado	16,41	2,09	23,50	5,14	11,35	2,44	2,01	4,14	3,94	4,68	4,54	4,21	6,92	2,75	4,24	5,44	4,67	-0,21
17 MS_Cerrado	19,46	2,72	28,02	5,78	14,05	2,56	2,74	4,75	3,58	4,50	11,68	5,46	8,64	6,21	6,38	7,02	5,58	0,06
18 MT_Cerrado	31,29	2,13	40,58	6,03	22,28	2,48	2,60	4,00	3,39	4,29	12,36	6,06	8,29	5,22	5,92	6,91	5,88	0,01
19 GO_Cerrado	29,01	2,54	38,69	5,44	20,39	2,32	2,55	3,73	3,40	4,27	8,83	5,38	8,23	5,87	5,70	6,88	5,39	0,07
20 DF_Cerrado	7,25	2,10	15,93	4,87	7,26	2,25	1,96	2,75	3,03	3,91	5,57	4,14	6,21	3,45	4,12	5,23	3,82	-0,36
21 MA_Caatinga	48,12	2,03	61,38	4,63	36,91	2,07	2,10	2,08	2,66	3,56	3,58	3,86	6,54	0,96	3,79	4,63	3,83	0,09
22 PI_Caatinga	20,77	1,48	32,85	3,79	16,76	1,69	1,84	2,94	2,77	3,57	4,27	1,45	3,75	0,34	2,90	4,55	2,23	-0,27
23 CE_Caatinga	16,53	1,89	28,26	4,58	14,79	1,88	2,35	2,85	2,73	3,52	4,05	4,39	6,58	2,60	4,03	5,56	3,95	0,20
24 RN_Caatinga	20,94	2,18	34,65	4,35	18,74	1,86	2,21	3,07	2,46	3,46	4,71	4,30	6,37	2,50	3,99	5,11	4,21	0,12
25 PB_Caatinga	22,16	2,19	36,02	4,22	19,72	1,95	2,18	3,96	2,88	3,69	5,72	4,32	6,22	2,24	3,97	5,05	4,13	0,19
26 PE_Caatinga	20,14	2,18	31,89	4,65	16,69	1,60	2,34	3,92	2,45	3,08	5,94	3,76	6,04	3,10	4,36	5,02	4,50	0,73
27 AL_Caatinga	30,96	2,25	44,97	4,56	25,15	2,06	2,15	3,83	2,92	3,64	6,25	4,26	6,02	1,61	3,76	5,25	4,28	0,06
28 SE_Caatinga	26,36	1,49	38,17	3,70	20,48	1,79	1,85	2,10	2,73	3,28	4,51	4,09	4,83	0,32	2,89	5,22	4,22	-0,68
29 BA_Caatinga	13,58	2,03	24,09	4,12	12,06	1,20	2,13	3,08	2,92	3,54	4,89	3,41	4,45	2,59	3,70	4,25	3,45	0,13
30 MG_Caatinga	30,12	2,79	47,64	4,75	26,96	1,98	1,97	2,29	3,15	3,92	4,06	4,27	5,68	1,56	3,88	4,95	3,80	-0,20
31 RN_MATlantic	19,04	3,00	29,59	4,82	15,28	2,10	2,35	2,69	2,82	3,67	4,29	4,79	6,81	2,69	3,95	5,68	4,29	0,29
32 PB_MATlantic	13,46	3,01	24,54	4,56	12,39	2,03	2,19	3,03	2,71	3,53	4,26	4,59	6,58	2,16	3,80	5,38	4,01	-0,02
33 PE_MATlantic	19,80	3,23	30,23	4,94	15,64	2,14	2,45	3,92	2,84	3,72	4,53	4,41	6,86	2,79	4,38	5,53	4,37	0,35
34 AL_MATlantic	26,74	3,08	39,77	4,58	20,60	2,05	2,18	2,59	2,81	3,61	3,87	4,71	6,40	1,40	3,67	5,38	3,87	-0,04
35 SE_MATlantic	14,38	2,53	25,18	4,19	11,69	2,04	1,94	2,55	2,87	3,72	3,64	4,14	5,31	0,69	3,27	2,74	2,41	-0,35
36 BA_MATlantic	10,03	2,08	20,23	4,35	9,65	2,21	2,11	2,59	2,68	3,41	4,41	4,77	6,61	2,36	3,90	5,94	4,37	0,06
37 MG_MATlantic	29,07	2,54	39,26	5,16	21,15	2,62	2,68	1,64	3,72	4,31	6,60	4,34	6,97	4,57	5,05	5,40	4,20	0,14
38 ES_MATlantic	27,55	2,38	38,30	5,23	19,88	2,53	2,10	1,61	3,40	4,14	6,20	5,01	6,52	3,22	4,28	5,55	4,32	-0,08
39 RJ_MATlantic	15,76	2,35	26,71	4,22	13,56	2,09	1,74	2,35	3,06	4,02	3,99	4,64	6,28	3,11	3,57	5,61	3,98	-0,50
40 SP_MATlantic	19,64	3,13	29,42	5,00	15,20	2,47	2,35	3,43	3,39	4,43	4,76	3,71	6,63	4,01	4,53	5,04	3,80	-0,07
41 PR_MATlantic	40,59	2,72	52,14	5,96	29,47	2,83	2,69	4,31	4,63	6,16	7,74	4,87	8,36	5,95	6,07	6,62	4,99	0,13
42 SC_MATlantic	33,26	2,50	47,52	5,88	25,92	2,88	2,80	3,77	4,95	5,67	7,29	5,26	8,38	4,80	5,73	6,76	5,34	0,05
43 RS_MATlantic	39,88	2,81	52,97	6,49	29,87	3,25	3,42	4,65	4,63	6,12	8,50	5,42	8,95	7,77	7,66	6,86	5,45	0,78
44 MS_MATlantic	33,27	2,77	43,16	6,08	23,21	2,48	2,85	2,68	3,82	4,68	12,98	4,58	8,09	5,34	6,22	6,19	4,88	0,30
45 GO_MATlantic	23,10	3,50	30,08	5,38	15,76	2,29	2,22	2,48	3,35	4,19	6,20	4,70	7,22	3,18	4,57	5,78	4,76	-0,27
46 RS_Pampa	28,32	2,75	39,97	5,38	21,39	2,67	2,44	4,20	4,48	5,45	6,01	4,39	7,28	5,02	5,45	5,43	4,09	0,07
47 MS_Pantanal	10,15	2,39	19,46	5,21	9,50	2,32	2,15	1,15	3,35	4,20	13,13	4,98	6,89	3,35	4,88	5,90	5,67	-0,23
48 MT_Pantanal	27,25	1,94	39,24	4,99	19,58	2,32	1,98	2,90	3,09	4,02	10,33	4,59	6,73	3,21	4,47	6,09	5,65	-0,03

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomas.

A Tabela A.5 acima apresenta, de forma similar à Tabela A.4 anterior, os resultados aos níveis setoriais e regionais para o modelo em sua versão dinâmica com 18 setores. Porém, o resultado, aqui, é acumulado até o ano de 2030.

As tabelas a seguir – a partir da Tabela A.6 – apresentam os resultados das simulações com o modo de operação em estática comparativa do modelo TERM-Biomass. A primeira delas, a Tabela A.6, contém os resultados que representam os efeitos do choque por setor e produto rural, não sendo consideradas quaisquer outras mudanças estruturais.

A Tabela A.6 traz os resultados macroeconômicos (Consumo das Famílias, Investimento, Exportações, Importações, PIB Real, Salário, Estoque de Capital, Deflator do PIB, Índice de Preços ao Consumidor – IPC – e Preço das Exportações) em termos de variações percentuais anuais no longo prazo. A perspectiva é de estática comparativa. Vale lembrar que tais resultados representam os efeitos do choque por produto rural, não sendo consideradas quaisquer outras mudanças estruturais. A atenção é chamada, aqui, para o poder da soja, do milho e do café em termos das exportações brasileiras. Um aumento de 1% na produtividade dessas culturas no Brasil seria capaz de afetar visivelmente as variáveis macroeconômicas brasileiras. O setor Bovinos e Outros Animais também chama a atenção por seu poder de alavancagem no que diz respeito ao consumo e ao investimento, em termos de PIB, salário e capital. Por fim, a cana-de-açúcar com sua consequente queda nas importações e aumento no salário real.

Tabela A.6 – Impactos macroeconômicos (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade em setores rurais, segundo setor do modelo, Brasil, longo prazo.

Simulação (setores familiar e patronal) ³²	Variável									
	Consumo	Investimento	Exportações	Importações	PIB Real	Salário	Estoque de Capital	Deflator do PIB	IPC	Preço das Exportações
1 Arroz	0,0031	0,0031	-0,0008	-0,0040	0,0031	0,0048	0,0030	0,0035	0,0029	0,0007
2 Trigo e outros cereais	0,0008	0,0009	-0,0009	-0,0016	0,0008	0,0015	0,0009	0,0010	0,0008	0,0006
3 Milho	0,0072	0,0045	0,0255	0,0107	0,0072	0,0098	0,0048	0,0023	0,0031	-0,0169
4 Algodão (fibra) temporário	0,0022	0,0014	0,0076	0,0038	0,0022	0,0027	0,0014	0,0010	0,0014	-0,0051
5 Cana-de-açúcar	0,0108	0,0091	0,0016	-0,0157	0,0108	0,0260	0,0103	0,0044	0,0010	-0,0032
6 Soja	0,0277	0,0179	0,1158	0,0576	0,0277	0,0298	0,0181	0,0121	0,0179	-0,0764
7 Mandioca	0,0013	0,0008	0,0005	-0,0020	0,0013	0,0035	0,0008	-0,0005	-0,0011	-0,0004
8 Fumo (em folha)	0,0013	0,0009	0,0018	-0,0006	0,0013	0,0027	0,0009	-0,0004	-0,0008	-0,0013
9 Algodão Arbóreo	0,0002	0,0000	0,0000	-0,0006	0,0002	0,0003	0,0000	-0,0002	-0,0003	0,0000
10 Outras frutas cítricas	0,0003	0,0001	0,0006	-0,0002	0,0003	0,0007	0,0001	-0,0001	-0,0002	-0,0004
11 Tomate	0,0006	-0,0003	0,0007	-0,0014	0,0006	0,0018	-0,0003	-0,0008	-0,0011	-0,0005
12 Batata inglesa	0,0007	-0,0002	0,0002	-0,0019	0,0007	0,0017	-0,0001	-0,0007	-0,0011	-0,0002
13 Cebola	0,0007	-0,0001	0,0002	-0,0017	0,0007	0,0019	-0,0001	-0,0008	-0,0011	-0,0001
14 Amendoim	0,0006	-0,0002	0,0002	-0,0018	0,0006	0,0012	-0,0002	-0,0008	-0,0012	-0,0002
15 Abacaxi	0,0007	-0,0001	0,0003	-0,0017	0,0007	0,0011	-0,0001	-0,0009	-0,0012	-0,0002
16 Banana	0,0005	0,0002	-0,0001	-0,0011	0,0005	0,0011	0,0002	-0,0002	-0,0004	0,0001
17 Feijão	0,0012	0,0004	0,0005	-0,0021	0,0012	0,0031	0,0005	-0,0007	-0,0012	-0,0004
18 Açaí	0,0004	0,0000	0,0004	-0,0006	0,0004	0,0008	0,0000	-0,0004	-0,0006	-0,0003
19 Cacau	0,0005	0,0000	0,0010	-0,0003	0,0005	0,0005	0,0001	-0,0003	-0,0004	-0,0006
20 Cajú (castanha)	0,0005	0,0001	0,0013	-0,0001	0,0005	0,0009	0,0001	-0,0003	-0,0004	-0,0008
21 Guaraná	0,0003	0,0000	0,0000	-0,0009	0,0003	0,0005	0,0000	-0,0004	-0,0005	0,0000
22 Uva (vinho ou suco)	0,0004	0,0001	0,0002	-0,0008	0,0004	0,0011	0,0001	-0,0002	-0,0005	-0,0001
23 Outros temporários	0,0021	0,0015	0,0008	-0,0027	0,0021	0,0055	0,0016	-0,0001	-0,0009	-0,0007
24 Laranja	0,0013	0,0009	0,0002	-0,0020	0,0013	0,0031	0,0011	0,0001	-0,0003	-0,0003
25 Café	0,0042	0,0027	0,0304	0,0119	0,0042	0,0041	0,0027	0,0024	0,0034	-0,0200
26 Outros permanentes	0,0007	0,0005	-0,0003	-0,0014	0,0007	0,0016	0,0005	0,0000	-0,0003	0,0002
27 Bovinos e outros animais	0,0241	0,0324	0,0089	-0,0136	0,0241	0,0416	0,0346	0,0005	-0,0017	-0,0094
28 Leite de vaca e de outros	0,0058	0,0050	0,0020	-0,0069	0,0058	0,0113	0,0059	-0,0017	-0,0038	-0,0024
29 Suínos	0,0024	0,0027	0,0005	-0,0024	0,0024	0,0050	0,0030	0,0007	0,0001	-0,0009
30 Aves e ovos	0,0058	0,0055	0,0029	-0,0054	0,0058	0,0121	0,0061	-0,0009	-0,0026	-0,0028
31 Silvicultura	0,0043	0,0046	0,0014	-0,0045	0,0043	0,0102	0,0047	0,0015	0,0002	-0,0013
32 Extração vegetal	0,0012	0,0005	0,0021	-0,0006	0,0012	0,0021	0,0005	-0,0007	-0,0010	-0,0015

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomas.

Já a Tabela A.7 traz, uma vez mais, os resultados macroeconômicos em termos de variações percentuais anuais no longo prazo e a perspectiva é de estática comparativa. Porém, esses resultados representam os efeitos do choque por *commodity* agrária familiar somente.

Quando o foco é voltado tão somente para os setores rurais familiares, em nível nacional, é o Café Familiar aquele que mais chama a atenção em termos de efeitos sobre as exportações brasileiras. Não se poderia deixar de citar os padrões de efeitos semelhantes desencadeados pelos setores Bovinos e Outros Animais Familiar e Leite de Vaca e de Outros Animais Familiar, com aquele sendo um pouco mais intenso que esse. Quedas de importações e crescimentos no consumo, investimento, PIB, salário e capital são observados.

Tabela A.7 – Impactos macroeconômicos (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade em setores rurais familiares, segundo setor do modelo, Brasil, longo prazo.

Simulação (setor familiar)	Variável									
	Consumo	Investimento	Exportações	Importações	PIB Real	Salário	Estoque de Capital	Deflator do PIB	IPC	Preço das Exportações
1 Arroz	0,0003	0,0003	-0,0003	-0,0006	0,0003	0,0006	0,0003	0,0004	0,0003	0,0002
2 Trigo e outros cereais	0,0001	0,0001	-0,0002	-0,0003	0,0001	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001
3 Milho	0,0010	0,0008	0,0006	-0,0010	0,0010	0,0016	0,0008	-0,0003	-0,0006	-0,0005
4 Algodão (fibra) temporário	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001
5 Cana-de-açúcar	0,0005	0,0005	0,0001	-0,0006	0,0005	0,0008	0,0005	0,0001	0,0000	-0,0002
6 Soja	0,0016	0,0015	0,0024	0,0000	0,0016	0,0022	0,0015	0,0004	0,0003	-0,0017
7 Mandioca	0,0011	0,0008	0,0004	-0,0015	0,0011	0,0029	0,0008	-0,0004	-0,0009	-0,0003
8 Fumo (em folha)	0,0010	0,0007	0,0004	-0,0014	0,0010	0,0024	0,0007	-0,0005	-0,0010	-0,0003
9 Algodão Arbóreo	0,0002	0,0000	0,0000	-0,0004	0,0002	0,0003	0,0000	-0,0002	-0,0003	0,0000
10 Outras frutas cítricas	0,0001	0,0000	0,0000	-0,0002	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000
11 Tomate	0,0002	0,0000	0,0000	-0,0005	0,0002	0,0005	0,0000	-0,0003	-0,0004	0,0000
12 Batata inglesa	0,0002	0,0000	0,0000	-0,0005	0,0002	0,0004	0,0000	-0,0002	-0,0003	0,0000
13 Cebola	0,0005	0,0001	0,0001	-0,0012	0,0005	0,0013	0,0001	-0,0005	-0,0008	-0,0001
14 Amendoim	0,0003	0,0000	0,0001	-0,0008	0,0003	0,0005	0,0000	-0,0004	-0,0006	-0,0001
15 Abacaxi	0,0005	0,0000	0,0002	-0,0011	0,0005	0,0008	0,0001	-0,0006	-0,0009	-0,0002
16 Banana	0,0003	0,0001	-0,0001	-0,0006	0,0003	0,0007	0,0001	-0,0001	-0,0003	0,0001
17 Feijão	0,0006	0,0002	0,0002	-0,0013	0,0006	0,0017	0,0002	-0,0007	-0,0010	-0,0002
18 Açaí	0,0003	0,0000	0,0001	-0,0007	0,0003	0,0006	0,0000	-0,0004	-0,0005	-0,0001
19 Cacau	0,0002	0,0000	0,0000	-0,0004	0,0002	0,0002	0,0000	-0,0001	-0,0002	0,0000
20 Cajú (castanha)	0,0002	0,0000	0,0000	-0,0005	0,0002	0,0005	0,0000	-0,0002	-0,0004	0,0000
21 Guaraná	0,0003	0,0000	0,0000	-0,0007	0,0003	0,0005	0,0000	-0,0003	-0,0005	0,0000
22 Uva (vinho ou suco)	0,0003	0,0001	-0,0001	-0,0007	0,0003	0,0009	0,0001	-0,0002	-0,0004	0,0000
23 Outros temporários	0,0009	0,0006	0,0003	-0,0014	0,0009	0,0023	0,0007	-0,0004	-0,0008	-0,0003
24 Laranja	0,0002	0,0001	0,0000	-0,0003	0,0002	0,0002	0,0001	-0,0001	-0,0001	0,0000
25 Café	0,0013	0,0008	0,0094	0,0034	0,0013	0,0013	0,0008	0,0008	0,0010	-0,0062
26 Outros permanentes	0,0003	0,0002	-0,0001	-0,0006	0,0003	0,0007	0,0002	-0,0001	-0,0002	0,0001
27 Bovinos e outros animais	0,0094	0,0132	0,0029	-0,0051	0,0094	0,0137	0,0135	-0,0005	-0,0012	-0,0032
28 Leite de vaca e de outros	0,0037	0,0041	0,0012	-0,0035	0,0037	0,0071	0,0043	-0,0008	-0,0021	-0,0014
29 Suínos	0,0009	0,0010	0,0002	-0,0007	0,0009	0,0014	0,0011	0,0001	0,0000	-0,0003
30 Aves e ovos	0,0016	0,0017	0,0006	-0,0015	0,0016	0,0025	0,0017	-0,0004	-0,0008	-0,0006
31 Silvicultura	0,0006	0,0006	0,0001	-0,0008	0,0006	0,0012	0,0006	0,0000	-0,0002	-0,0001
32 Extração vegetal	0,0008	0,0003	0,0004	-0,0012	0,0008	0,0015	0,0004	-0,0007	-0,0010	-0,0003

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomass.

A análise segue de forma semelhante, mas agora com relação aos setores patronais. A Tabela A.8 apresenta os resultados por setor rural patronal utilizado para os choques e por variáveis macroeconômicas de interesse.

Tabela A.8 – Impactos macroeconômicos (variações percentuais) a partir de aumentos de produtividade em setores rurais patronais, segundo setor do modelo, Brasil, longo prazo.

Simulação (setor patronal)	Variável									
	Consumo	Investimento	Exportações	Importações	PIB Real	Salário	Estoque de Capital	Deflator do PIB	IPC	Preço das Exportações
1 Arroz	0,0028	0,0029	-0,0004	-0,0034	0,0028	0,0042	0,0027	0,0031	0,0025	0,0005
2 Trigo e outros cereais	0,0007	0,0008	-0,0007	-0,0013	0,0007	0,0012	0,0008	0,0009	0,0006	0,0005
3 Milho	0,0062	0,0037	0,0249	0,0118	0,0062	0,0082	0,0039	0,0027	0,0037	-0,0164
4 Algodão (fibra) temporário	0,0022	0,0014	0,0075	0,0037	0,0022	0,0027	0,0014	0,0010	0,0014	-0,0050
5 Cana-de-açúcar	0,0103	0,0086	0,0015	-0,0151	0,0103	0,0252	0,0097	0,0044	0,0011	-0,0031
6 Soja	0,0261	0,0164	0,1134	0,0576	0,0261	0,0276	0,0165	0,0118	0,0177	-0,0747
7 Mandioca	0,0002	0,0000	0,0001	-0,0005	0,0002	0,0005	0,0000	-0,0001	-0,0002	-0,0001
8 Fumo (em folha)	0,0003	0,0002	0,0015	0,0008	0,0003	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	-0,0010
9 Algodão Arbóreo	0,0001	0,0000	0,0000	-0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	-0,0001	-0,0001	0,0000
10 Outras frutas cítricas	0,0003	0,0000	0,0007	0,0000	0,0003	0,0005	0,0000	-0,0001	-0,0001	-0,0004
11 Tomate	0,0004	-0,0004	0,0007	-0,0009	0,0004	0,0012	-0,0003	-0,0005	-0,0008	-0,0005
12 Batata inglesa	0,0005	-0,0002	0,0002	-0,0014	0,0005	0,0013	-0,0001	-0,0005	-0,0008	-0,0002
13 Cebola	0,0002	-0,0002	0,0001	-0,0006	0,0002	0,0006	-0,0001	-0,0002	-0,0003	-0,0001
14 Amendoim	0,0003	-0,0002	0,0001	-0,0010	0,0003	0,0007	-0,0002	-0,0004	-0,0006	-0,0001
15 Abacaxi	0,0002	-0,0002	0,0001	-0,0006	0,0002	0,0003	-0,0001	-0,0003	-0,0004	-0,0001
16 Banana	0,0002	0,0001	0,0000	-0,0005	0,0002	0,0005	0,0001	0,0000	-0,0001	0,0000
17 Feijão	0,0006	0,0002	0,0003	-0,0009	0,0006	0,0014	0,0003	0,0000	-0,0002	-0,0003
18 Açaí	0,0001	0,0000	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0002
19 Cacau	0,0003	0,0000	0,0010	0,0001	0,0003	0,0003	0,0000	-0,0001	-0,0002	-0,0006
20 Cajú (castanha)	0,0003	0,0001	0,0013	0,0005	0,0003	0,0004	0,0001	-0,0001	0,0000	-0,0008
21 Guaraná	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	-0,0001	-0,0001	0,0000
22 Uva (vinho ou suco)	0,0001	0,0000	0,0002	-0,0001	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	-0,0001	-0,0001
23 Outros temporários	0,0011	0,0009	0,0006	-0,0013	0,0011	0,0031	0,0010	0,0003	-0,0001	-0,0005
24 Laranja	0,0011	0,0008	0,0002	-0,0018	0,0011	0,0028	0,0010	0,0002	-0,0002	-0,0003
25 Café	0,0030	0,0019	0,0210	0,0085	0,0030	0,0027	0,0019	0,0016	0,0024	-0,0138
26 Outros permanentes	0,0004	0,0003	-0,0002	-0,0008	0,0004	0,0009	0,0003	0,0001	0,0000	0,0001
27 Bovinos e outros animais	0,0147	0,0192	0,0060	-0,0085	0,0147	0,0279	0,0212	0,0010	-0,0005	-0,0062
28 Leite de vaca e de outros	0,0020	0,0009	0,0009	-0,0034	0,0020	0,0042	0,0015	-0,0009	-0,0017	-0,0010
29 Suínos	0,0015	0,0016	0,0003	-0,0017	0,0015	0,0035	0,0020	0,0006	0,0001	-0,0006
30 Aves e ovos	0,0042	0,0038	0,0023	-0,0039	0,0042	0,0096	0,0043	-0,0004	-0,0018	-0,0022
31 Silvicultura	0,0037	0,0040	0,0013	-0,0037	0,0037	0,0090	0,0042	0,0015	0,0003	-0,0011
32 Extração vegetal	0,0004	0,0002	0,0018	0,0007	0,0004	0,0006	0,0002	0,0000	0,0000	-0,0012

Fonte: resultados selecionados das simulações com TERM-Biomass.

O destaque, em termos patronais, volta para os setores Soja e Milho, além de em certa medida também o Café, e seus grandes poderes sobre as exportações nacionais e seus respectivos preços. O setor Cana-de-açúcar e o setor Bovinos e Outros Animais ressurgem como aqueles que podem diminuir as importações e alavancar consumo, investimento, PIB, salário e capital no Brasil, quando se trata de choques de produtividade nesses setores específicos em seus formatos patronais.

A título de exemplo, note a coluna do PIB real na Tabela A.6. O resultado deve ser interpretado como variação percentual anual do PIB real, no longo prazo. Assim, os resultados sugerem que o aumento de produtividade somente do setor Soja (familiar e patronal) em 1% tem um impacto sobre o PIB nacional de 0,03% positivo, mas com efeitos diferenciados considerando a agricultura familiar e patronal. O aumento da produtividade patronal, no caso do setor Soja, domina o efeito sobre o PIB – aproximadamente todo o valor de 0,03%, enquanto o setor Soja Familiar fica em 0,002% –, conforme pode ser verificado na Tabela A.7 e na Tabela A.8. Essa mesma análise também pode ser feita para as regiões, sempre no intuito de se saber, seguindo com o exemplo do setor Soja, onde a soja tem um efeito mais importante sobre as variáveis como PIB, consumo das famílias, investimento, exportações etc.