



# REVISTA DE ECONOMIA E AGRONEGÓCIO

COMO OS DADOS FALAM SOBRE O FUTURO?

*Eliseu Alves*

CONTRACTS, SOCIAL NETWORK AND KNOWLEDGE DIFFUSION IN BRAZILIAN SUNFLOWER AGRI-FOOD CHAINS FOR POTENTIAL SUPPLY OF INNOVATIVE FOOD PROTEINS

*Lucas O. de Sousa, Marcelo D. P. Ferreira, Luisa Vogt e Marcus Mergenthaler*

THE IMPACT OF INCREASING RETIREMENT AGE ON HEALTH SERVICES AND ECONOMIC GROWTH IN BRAZIL

*André Luiz Ribeiro Coutinho Berardo de Moraes Coêlho e Nelson Leitão Paes*

IMPACTOS DO ACORDO DE LIVRE COMÉRCIO TRANSATLÂNTICO E DA INTEGRAÇÃO BRASIL-UNIÃO EUROPEIA SOBRE O BRASIL

*Alana Virgínia Santos Vieira e André Filipe Zago de Azevedo*

EFEITOS DAS TARIFAS, DAS MEDIDAS SPS E TBT E DO RELACIONAMENTO COM O BRICS SOBRE AS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS

*Talles G. de Mendonça e Danielle E. de Carvalho*

A PRODUTIVIDADE E O IMPACTO DA LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO NA EFICIÊNCIA DA SOJICULTURA BRASILEIRA

*Murilo Rossetto e Carlos Rosano-Peña*

DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA AMBIENTAL DE LONGO PRAZO PARA A PRODUÇÃO LÁCTEA MINEIRA

*Samuel A. C. Campos, Alexandre B. Coelho, Adriano P. Gomes e Leonardo B. de Mattos*

V. 16 | N. 1

---

ISSN Impresso: 1679-1614

ISSN online: 2526-5539

Janeiro – Abril, 2018

DER | UFV

<http://www.rea.ufv.br>

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV)**

Reitora: Nilda de Fátima Ferreira Soares

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS (CCA)**

Diretor: Rubens Alves de Oliveira

**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL (DER)**

Chefe: Ana Louise de Carvalho Fiúza

A **REVISTA DE ECONOMIA E AGRONEGÓCIO (REA)** é uma publicação quadrimestral do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa.

EDITOR CHEFE: Dênis Antônio da Cunha (DER/UFV)

CONSELHO EDITORIAL:

João E. Lima (DER/UFV) - Presidente

Alexandre Loures (DER/UFV)

Adriano M. R. Figueiredo (UFMT)

Ahmad Saeed Khan (UFC)

Antônio Cordeiro de Santana (UFRA)

Eliseu Roberto de Andrade Alves (EMBRAPA)

Carlos Marques (Universidade de Évora, Portugal)

Pery Francisco Assis Shikida (UNIOESTE)

José Maria da Silveira (UNICAMP)

Angelo da Costa Gurgel (FGV)

Zander Navarro (EMBRAPA)

Antonio Marcio Buainain (UNICAMP)

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho (IPEA)

Steven Helfand (Universidade da Califórnia, Riverside, EUA)

Fabio Mattos (University of Nebraska-Lincoln, EUA).

ASSISTENTES EDITORIAIS:

Danielle de Carvalho Araújo (Diagramação, revisão ortográfica e gramatical)

Rayan Wolf (Diagramação, revisão técnica)

Marcelo Henrique Shinkoda (Diagramação, revisão técnica)

Capa: Aron Batista e Marcel Pires

Diagramação e revisão técnica: Alexandre Loures e Fabiana Rita do Couto-Santos

*Programa de Apoio a Publicações Científicas/Apoio Financeiro: MCT, FINEP CNPq, FAPEMIG, CAPES, CCA/UFV, PPGEA/DER.*

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva responsabilidade dos autores e, portanto, não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Departamento de Economia Rural, do Centro de Ciências Agrárias ou da Universidade Federal de Viçosa.

É permitida a reprodução do texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

Toda correspondência e material para publicação (vide normas na *home-page* do periódico) devem ser dirigidos ao seguinte endereço:

**Revista de Economia e Agronegócio /**  
Departamento de Economia Rural / UFV  
36570-000 Viçosa - MG - Brasil  
Web site: <http://www.rea.ufv.br>  
Tel.: (31) 3899-2216  
E-mail: [rea@ufv.br](mailto:rea@ufv.br) | [editor.rea@ufv.br](mailto:editor.rea@ufv.br)

**Appropriate articles are abstracted/indexed in:**

**AgEcon SEARCH, AGROBASE, DBP@EMBRAPA, Google Scholar**

© 2003, Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa:

**Revista de Economia e Agronegócio / Departamento de  
Economia Rural – Vol. 1 (2003) – Viçosa : UFV, 2003-**

**Trimestral: 2003-2007**

**Quadrimestral a partir de 2008**

**ISSN 1679-1614**

**1. Economia rural – Periódicos. 2. Administração rural –  
Periódicos. 3. Recursos naturais – Periódicos. 4. Desenvol-  
vimento econômico – Periódicos. 5. Comércio internacional  
– Periódicos. I. Universidade Federal de Viçosa. Departa-  
mento de Economia Rural.**

**CDD 20. ed. 338.105**



Revista de Economia e Agronegócio - REA  
ISSN impresso: 1679-1614  
ISSN online: 2526-5539  
Vol. 16 | N. 1 | 2018

## SUMÁRIO

---

<b>COMO OS DADOS FALAM SOBRE O FUTURO?</b> Eliseu Alves	1-7
<b>CONTRACTS, SOCIAL NETWORK AND KNOWLEDGE DIFFUSION IN BRAZILIAN SUNFLOWER AGRI-FOOD CHAINS FOR POTENTIAL SUPPLY OF INNOVATIVE FOOD PROTEINS</b> Lucas O. de Sousa, Marcelo D. P. Ferreira, Luisa Vogt e Marcus Mergenthaler	8-28
<b>THE IMPACT OF INCREASING RETIREMENT AGE ON HEALTH SERVICES AND ECONOMIC GROWTH IN BRAZIL</b> André Luiz Ribeiro Coutinho Berardo de Moraes Coêlho e Nelson Leitão Paes	29-41
<b>IMPACTOS DO ACORDO DE LIVRE COMÉRCIO TRANSATLÂNTICO E DA INTEGRAÇÃO BRASIL-UNIÃO EUROPEIA SOBRE O BRASIL</b> Alana Virgínia Santos Vieira e André Filipe Zago de Azevedo	42-66
<b>EFEITOS DAS TARIFAS, DAS MEDIDAS SPS E TBT E DO RELACIONAMENTO COM O BRICS SOBRE AS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS</b> Talles G. de Mendonça e Danielle E. de Carvalho	67-91
<b>A PRODUTIVIDADE E O IMPACTO DA LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO NA EFICIÊNCIA DA SOJICULTURA BRASILEIRA</b> Murilo Rossetto e Carlos Rosano-Peña	92-116
<b>DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA AMBIENTAL DE LONGO PRAZO PARA A PRODUÇÃO LÁCTEA MINEIRA</b> Samuel A. C. Campos, Alexandre B. Coelho, Adriano P. Gomes e Leonardo B. de Mattos	117-145



Revista de Economia e Agronegócio - REA  
ISSN impresso: 1679-1614  
ISSN online: 2526-5539  
Vol. 16 | N. 1 | 2018

**EDITORIAL**

---

## COMO OS DADOS FALAM SOBRE O FUTURO?<sup>1</sup>

**Eliseu Alves\***

\*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA),  
Brasília, Distrito Federal, Brasil.  
E-mail: [eliseu.alves@embrapa.br](mailto:eliseu.alves@embrapa.br)

Os dados descrevem o passado para o historiador. Já o formulador de políticas públicas quer que os dados falem sobre o futuro, tema de suas amarguras. Vamos introduzir o assunto com parte da história inicial da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, nos utilizando dos resultados de pesquisa sobre o Censo Agropecuário de 2006.

Inaugurada em 26 de abril de 1973, a Embrapa recebeu o DNPEA (Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária) com suas unidades de pesquisas, semelhantes em organização ao Instituto Agrônomo de Campinas, com múltiplos focos e um corpo de funcionários predominantemente localizado nos Estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, e em menor proporção presente no Paraná, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Pará e Amazonas. Mediante seleção rigorosa, recebeu-se autorização para incorporar os selecionados aos quadros da Embrapa, o que foi feito. Os não selecionados foram incorporados aos quadros do MAPA. Também foi preciso reorganizar as unidades de pesquisa do DNPEA. Note-se que o modelo de empresa pública deu à Embrapa muita flexibilidade operacional para realizar suas tarefas, sendo que os novos contratados ficariam ao abrigo da CLT. Quanto aos funcionários do DNPEA, estes poderiam permanecer no regime trabalhista em que se encontravam ou optar pelo da CLT (ALVES, 2010).

Todavia, restaram três questões: quais seriam as políticas para formação de pesquisadores e de organização de pesquisa, e quais as prioridades

---

<sup>1</sup> Versão do discurso proferido quando o autor foi agraciado com o título Doutor *Honoris Causae* pela Universidade Federal de Viçosa, em 17 de maio de 2017.

gerais de pesquisa, centrada na produtividade da terra e, posteriormente, do trabalho. A diretoria da Embrapa, composta por José Irineu Cabral, Roberto Meireles, Edmundo Fontoura Gastal e Eliseu Roberto de Andrade Alves, sendo que no começo de 1974, Almiro Blumenschein substituiu Roberto Meireles, teve que tomar decisões envolvendo essas três questões.

O modelo de grande sucesso à época na agricultura eram os Estados Unidos da América, país de dimensões continentais, industrializado, urbanizado e em regime de competição. Julgou-se que o Brasil seguiria o caminho dos Estados Unidos no desenvolvimento de sua agricultura. Também seria industrializado, urbanizado, tendo a agricultura baseada na ciência e tecnologia. Assim, o papel da Embrapa era ser um instrumento dessa mudança. O que precisaríamos saber, então, era quais os fundamentos do modelo americano que interessavam ao Brasil. Sem nenhum anúncio explícito, escolhemos os seguintes: pesquisadores de excelente nível, unidades de pesquisa focadas e prioridade de pesquisa sobre a produtividade da terra, pois estava ficando caro abrir novas fronteiras e já começava a resistência ao corte de árvores, embora muito tímida ainda. Entre alguns economistas agrícolas, julgava-se mais barato aumentar a produtividade da terra, doutrina que fundamentou a vida da Embrapa e a qual, mais tarde, foi incorporado o fator trabalho (ALVES, 2010).

Era necessário operacionalizar esses três fundamentos. Para pesquisadores de elevado nível, estabeleceu-se o programa de mestrado e doutorado nas universidades brasileiras e do exterior. Chegamos a ocupar metade das vagas de pós-graduação nas nossas universidades.

Em relação às unidades de pesquisa focadas, o primeiro nível de foco foi estabelecido pela sede da Embrapa. Foram definidos centros por produtos, como os de soja, gado de leite, caprinos e milho e sorgo, por biomas, como o de Cerrados, e por temas, como o Centro Nacional de Recursos Genéticos. O segundo nível de foco passou a ser de responsabilidade de cada unidade, de acordo com a área de planejamento da Embrapa, no nível de projeto.

Na produtividade da terra, a seleção de cultivares colocou em níveis idênticos a resposta do cultivar aos insumos modernos e ao estresse provocado por pragas e doenças. Em resumo, o novo cultivar tinha de fazer cada hectare produzir mais e também baixar o custo de produção por unidade de produto<sup>2</sup>. A produtividade do trabalho, medida pela área que cada trabalhador cultiva, é influenciada pela tecnologia mecânica. A

---

<sup>2</sup>  $P/L=(P/A)*(A/L)$ , em que P representa a produção, L, o trabalho aplicado, e A, a área cultivada. É fácil verificar que o crescimento da produtividade do trabalho (P/L) é a soma dos crescimentos do rendimento (P/A) e da área que cada trabalhador cultiva (A/L), que indica o esforço do trabalho. Tecnologia poupa terra (P/A) e trabalho (A/L). Assim, o crescimento da produtividade do trabalho (P/L) é induzido pelo crescimento do rendimento e pelo esforço de cada trabalhador. Ou seja, pela tecnologia poupa-se tanto terra como trabalho.

demanda por essa tecnologia depende da escassez do trabalho, da insegurança jurídica na esfera trabalhista e de outras complicações quanto à administração da mão de obra. Nos dias atuais, ela é muito forte. Muitas das tecnologias da área biológica e afins visam reforçar o poder das máquinas, como nos casos dos herbicidas e cultivares que facilitam a colheita mecânica. No âmbito propriamente dito de máquinas e equipamentos, há forte participação da pesquisa particular, e essa tem sido a tradição americana e europeia.

Em resumo, quanto à Embrapa, julgou-se que nossa agricultura iria seguir o caminho da americana, fundamentada na ciência e tecnologia, especializada e mecanizada, e que a ênfase da pesquisa seria voltada para o aumento da produção e da produtividade da terra e do trabalho. Evidentemente, procurou-se selecionar, no modelo americano, aspectos relevantes para o Brasil. Assim, tal modelo, devidamente interpretado, ajudou-nos a prever o futuro da nossa agricultura sob o ponto de vista da pesquisa agrícola.

O Censo Agropecuário de 2006 foi esquadrihado por uma equipe de pesquisadores da Embrapa (ALVES et al., 2013).

A tecnologia explicou grande parte do crescimento da agricultura: trabalho, 20%; terra, 10% e tecnologia, 70% (medida por insumos como fertilizantes, agrotóxicos, rações, máquinas e equipamentos). Dados municipais (PAM, período 1970 a 2017) indicam que a área colhida está estagnada, com ligeira tendência a decréscimo no final do período, e, por isso, o rendimento da terra explicou o notável crescimento da produção. O aumento de rendimento depende também da nova tecnologia. Assim, a tecnologia domina a explicação do crescimento da agricultura. Além disso, o meio rural ficará despovoado. Em 1970, cerca de 44,06% da população era rural e em 2010, 15,64%. O despovoamento do meio rural não é maior em função das regiões Norte e Nordeste, que abrigaram 51,9% de toda nossa população rural em 2010. Somente o Nordeste, 47,8%. Para completar, Sudeste, 19%; Sul, 13,8% e Centro-Oeste, 5,3% (ALVES; SOUZA; MARRA, 2017)

A dualidade da nossa agricultura se reflete no fato de que, em 2006, 11,4% dos estabelecimentos que declararam ter produzido alguma coisa e usado terra para isso, produziram 87% do valor bruto da produção, enquanto 88,6% deles, os restantes, tão somente 13% daquele valor. Em número de estabelecimentos, quinhentos mil contra 3,9 milhões. Dos quinhentos mil, vinte e quatro mil corresponderam a 51% do valor bruto da produção. Ou seja, se a clonagem de estabelecimentos fosse viável, cerca de 48 mil, em 4,4 milhões, responderiam por toda a produção do ano de 2006 (ALVES; SOUZA; ROCHA, 2013).

Nos 3,9 milhões de estabelecimentos pobres, de acordo com dados do INCRA de 2012, estão 1.258 milhão de famílias assentadas pela reforma agrária, que realizaram o sonho de possuírem a terra, mas estão distantes de vencerem como produtores. As regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste



concentram 97,51% da área dos assentamentos e 91,87% das famílias assentadas. A região Norte domina a reforma agrária: área dos assentamentos correspondente a 76,4% e famílias assentadas, 42%; Nordeste, 12,02% e 32,59%, respectivamente; Centro-Oeste, 9,09% e 17,32%, respectivamente (ALVES et al., 2015).

Quanto aos produtos que comandam o valor da produção, a agricultura é especializada em poucos, tendência também verificada em frutas e hortaliças. Os valores do aluguel da terra e dos salários, assim como as vantagens comparativas, exercem forte pressão para especialização em nível de estabelecimento e de região. Assim, o Centro-Oeste é dominado por grãos e florestas plantadas, e a pecuária de corte se move para a região Norte para fugir da competição com o cultivo de grãos. Nas regiões com produção de grãos, a pecuária libera terra pelo uso da tecnologia do confinamento. Diante disso, pergunta-se: como ficará a pecuária de corte nas regiões de grãos, de laranja e de cana de açúcar? Se há pasto, qual será o nível competitivo de produtividade? Nas proximidades das cidades, reinará a pecuária confinada? Enfim, será o custo de oportunidade e a vantagem comparativa que explicarão a organização da produção, tanto em nível de estabelecimento como em nível de região.

O encarecimento do trabalho em relação ao valor da produção pressionará a mecanização da agricultura, fato já documentado. Pelo Censo Agropecuário de 1995/96, o trabalho, em termos de dispêndios com trabalhadores, explicou 31,3% do crescimento do valor bruto da produção e pelo Censo Agropecuário de 2006, 22,3%, o que somente foi possível pela mecanização da agricultura. Visto de outra forma, o pessoal ocupado na agricultura equivaleu a 17,6 milhões, pelo Censo Agropecuário de 1970, atingiu o máximo de 23,4 milhões em 1985, para cair para 16,6 milhões em 2006, número este mais baixo que o de 1970, quando nossa agricultura era muito menor (ALVES et al., 2013).

A população mundial ainda cresce, mas as taxas estão cada vez mais reduzidas. Admite-se que, em 2050, a população mundial se estabilizará e passará a decrescer. Contudo, atualmente, o efeito do crescimento da população na demanda é pequeno e perderá relevância com o passar do tempo, e a renda *per capita* dominará a evolução agregada da demanda. O envelhecimento da população e a urbanização mudam o perfil de consumo, voltando-o para a proteína animal, frutas e hortaliças. Propriedades nutracêuticas serão exigidas na composição dos alimentos, na batalha pela boa saúde e pela longevidade.

Movida pela renda *per capita*, a demanda de alimentos, fibras e energéticos deverá crescer significativamente, bem como a produção, motivada pelo aumento da produtividade da terra e do trabalho. Porém, a via de expansão da área agricultada está esgotada, embora exista, no Brasil, bastante terra virgem disponível. Observa-se, então, que transformar pastagens em grãos não significa expandir a fronteira agrícola.

A tecnologia explicará o crescimento da oferta de alimentos, fibras e energéticos. Ou seja, as instituições de pesquisa têm de dar prioridade às descobertas que baixam o custo e, simultaneamente, aumentam a produção, além de poupar trabalho e terra e evitar desperdícios em nível de estabelecimento e de consumo.

Quanto à tecnologia, é importante indagar se a ciência pode influenciar, pelas suas descobertas, a sua demanda. Implicitamente, admitimos que o mercado, tendo como base a variação dos preços dos insumos e dos produtos, induz o que as pesquisas básicas e aplicadas irão estudar. Todavia, alguns pesquisadores são influenciados pelo futuro distante e pelos sinais dos países desenvolvidos. Suas descobertas podem mudar as preferências do mercado por tecnologia. Nesse contexto, trata-se de inovações autônomas, algumas com a capacidade de mudar os rumos do mercado, pelos novos produtos que criam ou por novas maneiras de se realizarem tarefas antigas. Nesse terreno, nossa possibilidade de prever o futuro é muito limitada. Fosse essa possibilidade real, seria caso de se perguntar: por que não produzir a descoberta agora?

Com todas essas informações nas mãos, o que os números têm a dizer sobre o futuro de nossa agricultura?

Teremos uma agricultura poderosa, a segunda maior do mundo, exportadora e com o mercado interno abastecido a preços estáveis, sendo os seus dois maiores problemas a exportação do excedente acumulado e os 3,9 milhões de estabelecimentos marginalizados pela modernização. A base da agricultura será, como já é, a ciência e a tecnologia. Empregará muito pouco em nível de porteira, porque mecanizada, mas fora do estabelecimento exercerá importante papel no emprego, nas exportações e no desenvolvimento do Brasil. Ter-se-á um meio rural despovoado. Os centros de decisão da agricultura estarão localizados nas cidades, nossas e do exterior. Cerca de 90% da produção será comandada por 10% dos estabelecimentos; os grandes estabelecimentos, aqueles com renda bruta mensal de mais de duzentos salários mínimos, menos de 1% deles, serão responsáveis por 55% do valor da produção. Pobreza, a maior parte dela nordestina, convivendo com a abundância! A política agrícola, que já espelha a dicotomia, continuará no mesmo caminho, tendo como instrumentos a agricultura familiar e o agronegócio, aqui centrada nas exportações e na pesquisa, sem as quais não se pode expandir a produção de forma competitiva, como exportador e com preços estáveis ou declinantes para o mercado interno.

A visão dominante afirma que a marginalização dos agricultores ocorre devido a nossa incapacidade de nos comunicar adequadamente com eles, sendo também esse o entendimento da política agrícola, e, por isso, se recomenda ampliar os investimentos em extensão rural.

Considera-se, porém, esse diagnóstico incorreto (ALVES, 2012). A hipótese de que a pequena produção está diante dos mesmos mercados é falsa. Em relação à grande produção, a pequena recebe menos pelo que vende, paga

mais pelos insumos que compra e é discriminada no crédito rural, nos contratos que tem de assinar, no *leasing*, no aluguel de terra, na educação dos filhos e no acesso aos programas de saúde. Como vende mal a produção e compra os insumos por preços elevados, a tecnologia não é lucrativa para a pequena produção, e, por isso, não é adotada. Além disso, sem tecnologia não é possível resolver o problema da pobreza rural pela agricultura. Então, recorre-se às políticas de transferência de renda, como o bolsa família, a concessão de aposentadoria etc. Esses programas têm sido efetivos em aumentar a demanda interna por alimentos e em manter a população no meio rural e a paz social nas secas prolongadas do Nordeste. Contudo, mostram que não foi possível dar à pequena produção a oportunidade de escapar da pobreza rural pela agricultura. Num ambiente de imperfeições de mercado, não há como fazer a extensão rural cumprir o seu papel, porque a tecnologia, quando não gera lucro, é recusada pelos produtores.

No que diz respeito ao agronegócio, o papel do governo é crucial nas exportações, em pesquisa para aumentar a competitividade e na construção de infraestrutura para facilitar o escoamento da produção e o abastecimento interno. Reduzir o Custo Brasil é fundamental. Ademais, ninguém é grande exportador se também não for grande importador. Assim, o governo, no que tange à política externa, tem papel fundamental de batalhar pelas exportações, sabendo que as importações são armas de batalha decisivas.

A pressão pela sustentabilidade da agricultura, tanto no nível internacional como no interno, continuará muito forte. Ela foca nos recursos naturais e esquece dos agricultores. Agricultores pobres e sem esperanças não têm nem motivação nem recursos para adotar as tecnologias sustentáveis. Sendo assim, o foco recai nos produtores bem-sucedidos, que estão em cerca de 11,4% dos estabelecimentos brasileiros, como a análise dos dados do Censo Agropecuário de 2006 mostrou (ALVES; SOUZA; SANTANA, 2016).

Chegamos a um ponto do desenvolvimento da agricultura em que os salários urbanos e rurais, para trabalhadores de mesmas habilidades, pouco diferem entre si; as decisões têm como base o custo de oportunidade; as famílias escolhem onde morar de acordo com suas preferências, sem serem tolhidas por restrições incontornáveis; e a solução do problema da pobreza rural pode estar nas cidades, pelo êxodo rural, ou na agricultura, pela tecnologia. A solução rural tem se mostrado inviável no mundo todo, não obstante os investimentos feitos na agricultura familiar e em políticas de transferência de renda a fim de ganhar tempo. A agricultura venceu a batalha da modernização, pela visão do excedente, seja ele destinado às exportações ou ao mercado interno, e não foi capaz de vencer as imperfeições de mercado, sendo que, assim, a tecnologia continuará discriminando a pequena produção.

## REFERÊNCIAS

ALVES, E. Embrapa: um caso bem sucedido de inovação institucional. *Revista de Política Agrícola*, ano 19, Edição Especial de Aniversário do Mapa – 150 anos, p. 65-73, 2010.

ALVES, E. Nosso problema de difusão de tecnologia. *Revista de Política Agrícola*, ano 21, n. 1, p. 3-4, 2012.

ALVES, E.; SOUZA, G.; ROCHA, D. Desigualdades nos Campos na ótica do Censo Agropecuário 2006. *Revista de Política Agrícola*, ano 22, n. 2, p. 67-75, 2013.

ALVES, E.; SOUZA, G.; ROCHA, D.; MARRA, R. Fatos Marcantes da Agricultura Brasileira. In: ALVES, E., SOUZA, G., GOMES, E. (eds.) *Contribuição da Embrapa para Desenvolvimento da Agricultura Brasileira*. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 5-25.

ALVES, E.; SOUZA, G.; GARAGORRY, F.; MELLO, P. O sonho de produzir, assentados da reforma agrária da Bahia e do Rio Grande do Sul. *Revista de Política Agrícola*, ano 24, n. 3, p. 114-133, 2015.

ALVES, E. Desafios da pesquisa. *Revista de Política Agrícola*, ano 25, n. 4, p. 165-168, 2016.

ALVES, E.; SOUZA, G.; SANTANA, C. Pobreza e Sustentabilidade. *Revista de Política Agrícola*, ano 25, n. 4, p. 63-81, 2016.

ALVES, E.; SOUZA, G.; MARRA R. Uma viagem pelas Regiões e estados, guiada pelo Censo Agropecuário 2006. *Revista de Política Agrícola*, ano 26, n. 1, p. 113-150, 2017.



# CONTRACTS, SOCIAL NETWORK AND KNOWLEDGE DIFFUSION IN BRAZILIAN SUNFLOWER AGRI-FOOD CHAINS FOR POTENTIAL SUPPLY OF INNOVATIVE FOOD PROTEINS

Revista de Economia e Agronegócio - REA  
ISSN impresso: 1679-1614  
ISSN online: 2526-5539  
Vol. 16 | N. 1 | 2018

**Lucas O. de Sousa**<sup>1,2,5\*</sup>  
**Marcelo D. P. Ferreira**<sup>3</sup>  
**Luisa Vogt**<sup>4</sup>  
**Marcus Mergenthaler**<sup>5</sup>

1 Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Zootecnia e Extensão Rural, Cuiabá, Brasil

2 University of Hohenheim, Faculty of Agricultural Sciences, Stuttgart, Alemanha

3 Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia, Brasil

4 Institute for Green Technology and Rural Development (i.green) – FH-SWF, Soest, Alemanha.

5 South Westphalia University of Applied Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, Soest, Alemanha.

\* [lucas.o.sousa@gmail.com](mailto:lucas.o.sousa@gmail.com)

---

## ABSTRACT

The article analyzes the operation of sunflower agri-food chains in Brazil to understand possible ways to supply innovative sunflower food protein from Brazil. The findings from a multiple-case study approach show that the dynamic of operation of Brazilian sunflower agri-food chains are based on contracts, social network and knowledge diffusion. Although necessary, this governance arrangement has not been able to guarantee a sustainable long-term operation due to market, technological and supply chain management bottlenecks. Regional characteristics influence the level of transaction costs and the role of inputs suppliers in the chains' operation. The introduction of high value-added food protein products could raise the comparative advantage of sunflower in relation to competing crops, benefiting the chain operation. This article contributes to the understanding of the operation of agri-food chains focused on new or non-established crops, besides reinforcing the complementarity of transaction costs economics and social networks in explaining the functioning of social-economic systems.

**Keywords:** Agri-food chain; Brazil; Contracts; Sunflower; Trust.

---

## RESUMO

O presente artigo analisa a dinâmica do funcionamento de cadeias agroindustriais de girassol no Brasil, em face de oportunidades relacionadas à produção de ingredientes alimentares proteicos funcionais à base de girassol. As análises baseadas em múltiplos estudos de casos indicam que essa dinâmica se fundamenta em contratos, redes sociais e difusão de conhecimento. Embora necessário, este arranjo de governança não tem sido capaz de garantir a operação sustentável a longo prazo dessas cadeias devido a limitações em termos de estrutura de mercado, tecnologia e gestão da cadeia de suprimentos. As especificidades regionais influenciam o nível dos custos de transação e o papel dos fornecedores de insumos na operação das cadeias. A produção no Brasil de proteínas alimentares de alto valor agregado à base de girassol poderia aumentar a vantagem comparativa do girassol em relação a culturas concorrentes, beneficiando o funcionamento da cadeia agroindustrial. Este artigo contribui para a compreensão do funcionamento de cadeias agroindustriais focadas em culturas novas ou não estabelecidas, além de reforçar a complementaridade das abordagens teóricas de economia dos custos e redes sociais na explicação do funcionamento dos sistemas socioeconômicos..

**Palavras-chave:** Cadeia agroindustrial; Brasil; Contratos; Girassol; Confiança.

**JEL Code:** Q13; Q16.

Recebido em: 27/09/2017  
Revisado em: 14/12/2017  
Aceito em: 09/03/2018

## INTRODUCTION

The replacement of animal protein by plant protein in human nutrition is seen as one possible mean for achieving a more sustainable food system in some contexts (AIKING, 2014). The driving forces for this change include (1) growth in population (2-billion over the next four decades) and in income, which is projected to lead to an increase in food demand globally, particularly for proteins (FAO, 2013), (2) limited capacity of meat supply to meet the expected protein demand, (3) the negative environmental effects associated with livestock production in some places (BONTE-FRIEDHEIM, 2008), (4) concerns on animal welfare (VAINIO et al., 2016), and (5) potentially higher cost of animal protein compared to plant proteins (FROST & SULLIVAN, 2010). This scenario has induced research and development in the public sector and in the food industry to identify and develop new sources and methods of plant protein production (GONZÁLEZ-PÉREZ; VEREIJKEN, 2007; WU et al., 2014).

Currently, soybean is the major source of plant protein ingredient in food (GONZÁLEZ-PÉREZ; VEREIJKEN, 2007). However, the growing use of genetically modified soybeans varieties has led the food industry in developed countries to search for alternative food proteins to soy (PICKARDT et al., 2015), as consumers often have a critical attitude towards genetically-modified food. In this regard, sunflower appears as a promising raw material for plant-based proteins (GONZÁLEZ-PÉREZ et al., 2002; GONZÁLEZ-PÉREZ; VEREIJKEN, 2007; PICKARDT et al., 2015; WEISZ; KAMMERER; CARLE, 2009). Within this context, the joint research project SunflowerProtein<sup>1</sup> has developed and analyzed novel sunflower processing technologies. The focus is on the production of high quality and functional protein meal and concentrates for human consumption, instead of low value residues from the conventional de-oiling process, usually destined for animal feed. SunflowerProtein evaluates the cultivation of sunflower and the possibility of the development of sunflower food protein ingredients in Brazil, given its prominent role in world agricultural supply.

The farming and processing of sunflower in Brazil date from the early 1900s. The planted area however has increased only from the late-1990s due to better cultivation and marketing conditions for sunflower oil (CASTRO et al., 2010; DALL'AGNOL; VIEIRA; LEITE, 2005). Nevertheless, the production of sunflower is concentrated, very limited, and oscillating. Three regions in the states of Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais and Rio Grande do Sul concentrate more than 97% of the national sunflower production (CONAB, 2017; IBGE, 2017). Moreover, the sunflower cropping area (min. 47,800 ha in 2005 and max. 115,600 ha in 2014) corresponds to less than 1% of the world sunflower production area

---

<sup>1</sup> Sustainable cultivation and novel processing of sunflower seeds for simultaneous production of sunflower oil, solid fuel and protein-rich food ingredients - an international cooperation research between German and Brazilian institutions, granted by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) of Germany and the National Counsel of Technological and Scientific Development (CNPq) of Brazil.

(USDA, 2017) and less than 1% of the national production area of maize and soybean. Notwithstanding, there is potential for the expansion of sunflower production in Brazil, due to the existence of agro-climatic conditions necessary to enable its cultivation, especially in grain producing areas (LAZZAROTTO; ROESSING; MELLO, 2005). Possible negative aspects of this expansion are currently difficult to be projected. Firstly, because it would take place in crop areas, minimizing the risk of deforestation. Secondly, due to the current small size of the sunflower producing area. Thus, even if the sunflower area increases by a factor of 10, it will be still small in comparison with the cultivated area of soybean and maize.

Food innovations like the ones dealt within SunflowerProtein are normally led by the food industry and research institutes (WU et al., 2014). However, the implementation of such innovations, which rely on agricultural feedstocks specificities, depends on other agri-food chain actors with whom the innovator transacts (DU et al., 2016). This is due to the principles of interdependency, propagation, feedback, and synergy applied to systemic approaches, including agri-food chains (SILVA; SOUZA FILHO, 2007). Therefore, implementing a food industry innovation requires a holistic approach. In other words, it is necessary to understand the relationships among chain actors and the way the transactions take place. This justifies the consideration of formal and informal/relational governance structures for the analysis of agri-food chains (TRIENEKENS, 2011; TRIENEKENS; VAN DER VORST; VERDOUW, 2014).

Against this background, this article aims to analyze the dynamic of operation of sunflower agri-food chains in Brazil to understand possible ways to supply innovative sunflower food protein from Brazil. The following research question guides this article. How do formal and relational governance structures organize and coordinate the economic activities in agri-food chains of sunflower in Brazil? This article contributes to the understanding of the operation of agri-food chains focused on new or non-established crops. For policy makers, managers, and practitioners related to the food industry, the article highlights the need to consider relational governance forms, such as trust, and not only formal contracts to ensure the provision of feedstock and increase the chances of successful introduction of a food innovation. Theoretically, it reinforces the complementarity of transaction costs economics and social networks approaches in explaining the functioning of social-economic systems.

This introductory section is followed by the theoretical background section, which deals with transaction cost economics and the social network approach. Then, the methodology section describes the multiple-case study approach. After that, the section of analysis presents the main findings, followed by the discussion section. The final remarks section closes this article with the conclusions, recommendations, limitations and further research needs.

## THEORETICAL BACKGROUND

The dynamic of operation of a sunflower agri-food chain is related to the way in which the transactions between actors from different chain segments are organized. Therefore, analyzing this dynamic involves the analysis of the governance structures and the coordination mechanisms adopted by the actors to organize the chain's economic activities. Considering that social relations underpin economic transactions, this paper adopts two theoretical bases - transaction costs economics (TCE) and the social network approach.

TCE has been widely adopted in the agribusiness research, including in recent food systems analysis (e.g. WATANABE; ZYLBERSZTAJN, 2012). Due to this, the following description only highlights the main aspects of TCE based on Williamson (1979, 1985). According to this approach, the structures of governance are forms of managing exchanges and include spot markets, hybrid arrangements/contracts and vertical integration. TCE assumes that transactions are established under human behavioral attributes of bounded rationality and opportunism. Additionally, the appropriate governance structure depends on the characteristics of the transactions (asset specificity, uncertainty and frequency), which influence the level of transaction costs. The efficient governance structure is the one that minimizes the transaction costs and the risk of transaction failure. Transaction costs are defined as the "costs of running the economic system" (ARROW, 1969, p. 48), including costs of finding transaction partners, negotiating, monitoring and enforcing agreements.

Different forms of coordination mechanisms are associated with the governance structures. The coordination moves from market-managed form (price coordination) at the spot market, to increasing degrees of human-managed forms (vertical coordination). As the degrees of asset specificity, uncertainty and frequency increase, market-managed coordination via price increases transaction costs to a level at which it does not provide sufficient guarantees for the transactions' establishment. Thus, the actors move away from the spot market in direction to governance structures able to provide sufficient transaction safeguards (hybrid forms/contracts or vertical integration), minimizing the exchange costs and the risk of transaction failure. Under these structures, vertical (human-managed) coordination takes place.

Although TCE is an important theoretical approach to deal with the operation of agri-food chains, it is not sufficient to explain the coordination of economic activities. The reason is that social relations and not only human/transactions characteristics play a fundamental role in explaining how economic activities are organized. This is directly related to the concept of embeddedness, which refers to the fact that economic action is embedded in networks of social relations and is shaped by them (GRANOVETTER, 1985). Embeddedness affects the efficiency of formal governance structures (WILLIAMSON, 1993) and can be referred to as the highest level of social analysis, formed by informal institutions, customs, traditions, norms and religion, which are usually taken as given within



TCE (WILLIAMSON, 2000). Uzzi (1997, p. 61) was even more specific in this regard by saying that “in an embedded logic of exchange, trust acts as the primary governance structure”. This paper follows Uzzi’s perspective to consider social networks, more specifically trust, as a possible structure of governance in agri-food chains of sunflower in Brazil.

Trust is defined as “the firm’s [actor’s] belief that another company [trading partner] will perform actions that will result in positive outcomes for the firm [actor], as well as not take unexpected actions that would result in negative outcomes for the firm [actor]” (ANDERSON; NARUS, 1990, p. 45). In the context of agri-food chains, trust is considered an informal or a relational governance mechanism, complementing the formal governance mechanisms of TCE (TRIENEKENS; VAN DER VORST; VERDOUW, 2014; ZHANG; ARAMYAN, 2009). Therefore, TCE and social networks (trust) are complementary approaches to deal with the analysis of the operation of sunflower agri-food chains.

Trust emerges from social relations or networks (FURLONG, 1996; GALASKIEWICZ, 2011) and depends on the duration of the relationship, successful previous experiences between parties and social and economic reputation (TRIENEKENS, 2011). Trust between market actors dampens the incidence of opportunistic behaviors and contractual hazard (MASUKU, 2009), decreasing the level of uncertainty surrounding the transaction. Consequently, it reduces the transaction costs and the risk of transaction failure, increasing the willingness of trading partners to invest in specific assets (BARNEY; HANSEN, 1994). Thus, the presence of trust may be seen as an incentive for potential trading partners to engage in exchange, favoring the repetition of future transactions. Since trust lessens the level of transaction costs, it affects the choice for the formal governance structure, in favor of less complex ones in terms of safeguards and monitoring mechanisms (FURLONG, 1996; GALASKIEWICZ, 2011; KEEFER; KNACK, 2005; TRIENEKENS, 2011). Moreover, trust is regarded as a self-enforcing mechanism for the fulfillment of actors’ obligations, facilitating the transaction (KEEFER; KNACK, 2005; MASUKU, 2009). Empirical evidence positively relates trust with information exchange, cooperation and coordination (GALASKIEWICZ, 2011).

The above considerations on TCE and social network suggest that both formal and relational governance structures might be relevant means for the coordination of the economic activities in sunflower agri-food chains in Brazil. However, only the analysis of the cases can provide understanding on how the adopted governance structures contribute for the dynamic of operation of these chains. This means understanding “the way that institutions [formal and relational governance structures] provide incentives, sanctions, and information to promote particular types of behavior” (DORWARD; OMAMO, 2009, p. 86).

## METHODOLOGY

The article applies a case study qualitative research approach. Case study is an appropriate method for researchers dealing with the understanding of complex social-economic phenomena in its real-world context, over which the investigators have no control (YIN, 2014). This is the case of this article's aim of building an understanding of the dynamic of operation of agri-food chains of sunflower in Brazil. Multiple-case studies are preferable to a single-case study, once those provide greater explanatory power (MILES; HUBERMAN, 1984) as results can be triangulated.

Consequently, the findings obtained from multiple-case studies are considered more compelling and more robust (YIN, 2014). For this reason, a multiple-case embedded design was adopted.

In this framework, more than one case (unit of analysis) is analyzed and within each case different embedded units of analysis are considered (YIN, 2014). By the time of the data collection (2016), we identified four companies that were regularly producing sunflower edible oil in large scale in Brazil. This suggested the existence of four sunflower agri-food chains for this purpose – two in the state of Mato Grosso (MT)<sup>2</sup>, one covering the states of Goiás and Minas Gerais (GO/MG), and one in the state of Rio Grande do Sul (RS). The selection of the cases sought to cover all the three regions in order to capture the similarities and the specificities of the cases. Hence, three agri-food chains of sunflower were selected as case studies based on the availability of the processing companies' representatives to participate in this study – case 1 (MT), case 2 (GO/MG) and case 3 (RS). Together these chains are responsible for the majority of the production and processing of sunflower in Brazil, which adds robustness to our findings. The embedded units of analysis considered in each case were the chain segments of input, farming, and processing. Sunflower is considered a non-established crop in the three cases, having the business focus on sunflower edible oil, with conventional sunflower meal as byproduct. The oil is sold to the food industry and final domestic consumers, while the meal is sold regionally as animal feed.

The first author conducted a field work for data collection in the four states, between April and August 2016. Semi-structured interviews held in Portuguese with 56 sunflower-related actors (Table 1) are the main source of information utilized in this article. Table 1 includes four actors from research institutions. Although they are not part of an embedded unit of analysis, their participation adds to the comprehension of the environment in which the agri-food chains of sunflower operate. The open-ended questions focused on the emergence process of these agri-food chains, seeking to understand what motivates the participation of actors from the three segments in the business of sunflower. This enabled the analysis of the dynamic of agri-food chain operation performed in this article. The

---

<sup>2</sup> This sunflower agri-food chain is the main one of the state of Mato Grosso, with twice the processing capacity (600 tons/day) of the other sunflower chain, which is not analyzed in this paper.

duration of the interviews varied across the actors and the regions and the average lengths are shown in Table 1. The recorded interviews amounted around 1450 minutes.

**Table 1. Number of interviewees (A) and average length of the interviews in minutes (B)**

Chain segment	Case 1		Case 2		Case 3		National	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Processing	1	100	3	50	1	70		
Farming	14	25	11	27	9	17		
Input	7	44	5	39	4	23		
Research	2	26					2	39

Additionally, direct observation was another source of evidence to understand the dynamic of operation of the agri-food chains of sunflower in Brazil. Direct observation contributes to the comprehension of the social or environmental real-world conditions of the phenomena being studied, providing to the researcher in-depth involvement with the research problem (YIN, 2014). Direct observation was performed during site visits to farm supply retail stores, farms, and processing companies, besides in agricultural fairs (in Mato Grosso and Goiás) and farmers’ activities (e.g. a farmers’ field day in Mato Grosso). Furthermore, valuable occasions for direct observation resulted from the opportunity to closely accompany technical teams from the processing and input segments in their work of farmers’ assistance.

The recorded interviews were transcribed using the transcription kit Olympus AS-2400, amounting around 240 pages. The qualitative data analysis software MAXQDA (version 11) assisted the process of interview transcripts analysis, enabling the development of a coding system to tag the interviews quotes. This facilitated the cross-case analysis, which was the analytical approach adopted in this article to identify and analyze common patterns in the operation of agri-food chains of sunflower in Brazil. The similarities in the dynamic of operation of the three sunflower agri-food chains would lead a within-case analysis to repetitive writings. Nevertheless, the main regional particularities of each case study were treated in the analysis.

## ANALYSIS

### The operational environment

The three sunflower agri-food chains analyzed in this study operate in an environment of high transaction costs. This fact is related to the high level of uncertainty associated with the low number of sunflower buyers and the unstable number of growers. When a farmer grows sunflower, he or

she has very few buyers (sometimes only one) available in the region. This inhibits the entry of farmers in the sunflower business, as for competing crops such as maize they have several traders willing to buy it, which makes sunflower less competitive. Furthermore, the transportation cost of sunflower is usually more expensive<sup>3</sup> than for other crops (soybean and maize), limiting the possibility of profitably selling sunflower to buyers from other regions. These facts make the farmer highly dependent on the (single) buyer.

However, asset specificity for farmers is relatively low. On the one side, the farmer, who already grows soybean and maize, can use the existing farm structure, machinery, and personnel to grow sunflower as an additional field crop. The direct investment (cost) to enter in the sunflower business refers basically to an adaptation in the combine header of maize (mainly) or soybean. This adaptation has a low cost and can be executed in the farm. The knowledge on sunflower cropping can also be considered a specific asset, however as discussed further, this investment is assumed mainly by the processing company and/or input provider. Consequently, there are low entry/exit costs for farmers, making easier for them the decision to leave the crop in face of technical or commercial dissatisfactions.

On the side of the processing company, uncertainty is increased due to higher degree of asset specificity as compared to farmers. Given that the companies in the three cases operate with multi-seed plants, the assets specificity is more related to intangible assets. Thus, the main losses in case of closure of the sunflower business would not be related to the physical structure, which can continue to be used with other oilseeds. Rather, the losses would be related to the resources applied to establish a competitive positioning in the market of sunflower oil, which is a niche market within the edible vegetable oil sector in Brazil, led by soybean oil.

The unstable number of growers leads to high transaction costs on the side of the processing company. Difficulties to stabilize the supply of sunflower for the processors are related to several reasons, such as (1) the fact that farmers have other well-established crops to grow in the same crop season results in land use competition, especially with maize that ensures higher levels of stable liquidity due to higher number of buyers, (2) the fact that sunflower usually represents a small share of farmers' income, which is mainly derived from soybean and maize, (3) low farmers' exit costs, (4) low level of sunflower cropping knowledge observed among farmers, (5) a disease called "white mold", caused by the plant pathogenic fungus *sclerotinia sclerotiorum*, which besides affecting sunflower can generate losses for the subsequent soybean cultivation, and (6) low level of research and technology for sunflower in comparison with consolidated crops (soybean and maize), which can be seen by: the low number of researchers working on sunflower topics in Brazil, the low number of agrochemicals registered in the Ministry of Agriculture for the

---

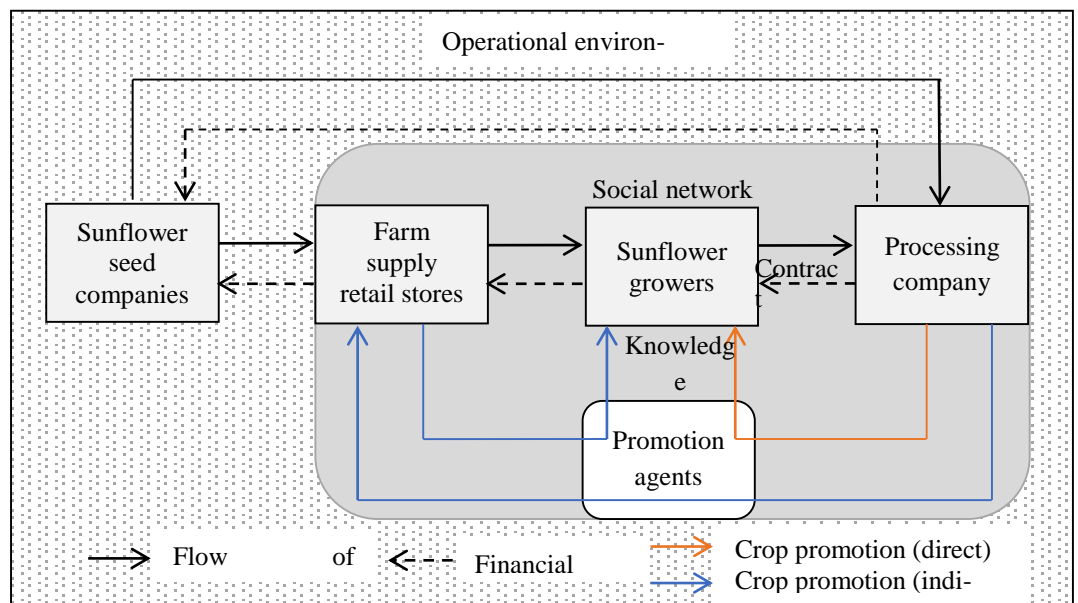
<sup>3</sup> This is because the sunflower seed is bigger but lighter than soybean and maize.

crop of sunflower, and the fact that most of the sunflower seeds available in Brazil are imported from Argentina or Bolivia and are not well-adapted to the Brazilian conditions.

This scenario generates interdependencies between farmers and the processor with different time horizons. In the short term (within a crop season), the farmer is highly dependent on the processing company after making a decision to grow sunflower, given the very limited number of sunflower buyers available. However, in the long term, the processing company depends more on the farmers to guarantee the supply of sunflower. Consequently, the power relations between these agents are balanced. In other words, the potentially high short-term market power of the buyer is reduced due to its long-term dependence in relation to its suppliers.

### Dynamic of chain operation

The operational environment previously described has a direct influence in the dynamic of operation of sunflower agri-food chains in Brazil (Figure 1). This dynamic seeks to provide the incentives and safeguards for the engagement of actors in the sunflower agri-food chain. Within this dynamic, the organization of the economic activities involves contracts, social network, and knowledge diffusion under the coordination of the processing company.



**Figure 1. Dynamic of operation of agri-food chains of sunflower oil in Brazil<sup>4</sup>**

<sup>4</sup> The lines connecting the sunflower seed segment to the processing company represents an inter-segment relation found in one of the Case RS. There, the processing company is also the sunflower seed distributor.

“Crop promotion” is the key driver of this dynamic. Crop promotion puts together contractual relationship, social network, and knowledge diffusion with the goal of encouraging and assisting farmers in the growing of sunflower to be supplied to the processing company. The crop promotion is executed by promotion agents – technical teams of agronomists or agricultural technicians employed by the sunflower processor and/or by farm supply retail stores (FSRS). The crop promotion execution assumes mainly two approaches. The first one is the direct, in which the company’s promotion agents are responsible for reaching and assisting farmers. The second one is the indirect, in which the crop promotion is done by a FSRS. In this case, the FSRS assumes the responsibility for promoting sunflower among farmers in its area of commercial coverage, linking them to the processing company. This represents a typical win-win relationship. The processing company benefits from the influence that a FSRS has over a large number of farmers, with whom it maintains close commercial and personal relationships. On the other hand, the FSRS benefits from the selling of inputs necessary for sunflower growing.

Contracts between the farmer and the processing company provide the formal transaction safeguards. The operational environment of the sunflower chains in Brazil requires vertical coordination mechanisms to guarantee their operation. In this regard, contracts are the formal governance structure adopted in the three cases. They specify in advance the conditions related to amount, price, payment and delivery of sunflower seeds, besides the penalties for noncompliance. The use of contracts reduces the uncertainties for farmers and for the processor. In the crop promotion approach, the contracts are offered to the farmer by the promotion agent.

The social network component is another essential factor for the sunflower chains operation in Brazil. Because sunflower is a non-established crop, its adoption is considerably influenced by personal relationships. This influence can come from a sunflower grower perceived as reliable and/or from a promotion agent, who is the person responsible for introducing the crop to farmers, showing technical, economic, and commercial aspects of the sunflower business. The participation of farmers in the chain linked to personal relationships decreases the risk of transaction failure, since the involvement of personal ties and trust diminishes the incentives for opportunistic actions. Farmers believe that the processing company will stick to the prices agreed in the formal contracts. At the same time the processing company believes that farmers will indeed deliver their sunflower seeds to the processing company and that farmers will make all necessary efforts to ensure that the agreed quantities will be delivered to the processing company (so that the processing company can fulfill the contracts with its customers). With these examples it becomes clear that the above given definition of “trust” plays a crucial role in the operation of the sunflower chain. Additionally, processing company’s reputation is another aspect of the social network component. The restricted market structure reinforces the importance that farmers give to the good reputation of the buyer. Even previous negative experience of other

farmers with other sunflower buyers (already out of the market) limits the interest of some farmers to enter or remain as suppliers in sunflower chains. This is not the case for well-established crops since farmers are more likely to continue in the market even after losses caused by trading partners' opportunistic behavior. Thus, the relevance of the social network component in terms of reliable personal relationships and good reputation suggests that trust constitutes the basic component of a relational governance structure in sunflower agri-food chains in Brazil. Trust is a necessary incentive for the transaction establishment in addition to formal contracts.

Knowledge diffusion is also a key component in the operation of the sunflower agri-food chains in Brazil. Although the provision of technical assistance is not exclusive to sunflower chains, it plays a major role in agri-food chains focused on new or non-established crops for which the cropping knowledge among farmers is still limited. In this context, the technical assistance (knowledge diffusion) is a determinant for the entrance and continuity of farmers in the agri-food chain. Moreover, different from well-established crops, as soybean and maize, the knowledge on sunflower is limited to a small number of actors and organizations in Brazil. For these reasons, the provision of technical assistance is part of the crop promotion approach. Besides being the mean for knowledge diffusion, the presence of the promotion agent in the farm for technical assistance during different periods within the sunflower season diminishes the incentives for moral hazard related to farmers' opportunistic behavior. Furthermore, it enables the processing company to adopt a flexible contractual posture. For instance, in case of non-provision of the agreed amount of sunflower seeds by a farmer, the processing company knows if this was related to some uncontrolled source (e.g. unsatisfactory outcomes due to seed's problems, diseases, drought, etc.) or to an opportunistic or negligent behavior. Thus, given the small size and the instability of the supply of sunflower mentioned earlier, the processing companies in the three cases have not applied contractual penalties when the noncompliance causes are not under control of the sunflower grower. This kind of behavior enhances the social network component in the dynamic of chain operation, as farmers see the company as a reasonable trustful partner.

### **Regional specificities**

The level of crop promotion effort applied by the processing company and the role of farm supply retail stores (FSRS) in the dynamic of chain operation differs regionally (Table 2). The differences are mainly related to ownership of the processing companies, farmers' business structures, geographical distribution of sunflower production, and seasonality of crops, as described below for each one of the cases.

**Table 2. Crop promotion effort and role of FSRS at regional level**

	Case 1	Case 2	Case 3
Crop promotion effort: direct approach	Low	High	High
Crop promotion effort: indirect approach	Medium	High	Low
Role of FSRS in the agri-food chain	Cooperative	Strategic	Basic

The crop promotion effort applied in case 1 can be classified as low in terms of direct approach, and medium in terms of indirect approach. This agri-food chain emerged from an entrepreneurial initiative of farmers, who participate in the ownership of the processing company and provide part of its feedstock. Consequently, the need of searching for suppliers is reduced. Moreover, the concentration of sunflower growers in one municipality facilitates the interaction among them and the process of knowledge diffusion. Furthermore, the predominance of large-scale mechanized farms implies self-capacity for access to technical assistance.

This combination of factors results in lower transaction costs for this processing company in comparison to the ones in cases 2 and 3. The crop promotion executed by the processing company, by means of the farmers in leadership positions, refers to the organization of activities for the exchange of experiences and information among farmers. Besides that, the company has a technical department in which one agricultural technician works with the goal of identifying more suitable techniques for the local growing of sunflower. The indirect approach of crop promotion has been coordinated by agents from the input sector. The focus is on promoting sunflower among farmers outside of the main sunflower-producing municipality, linking them to the processing company. The FSRS play a cooperative role. In general, the FSRS do not actively search for sunflower growers. Instead, they provide support for their clients who decide to grow sunflower. Moreover, the FSRS organize events related to the crop of sunflower generally in partnership with the processing company (e.g. farmers' field days).

In case 2, both approaches of crop promotion are highly utilized and focused on finding and supporting sunflower growers. This is related to the non-participation of farmers in the ownership of the company, which increases the instability of suppliers; the predominance of medium-sized farms that depends more on technical assistance; and the geographical dispersion of sunflower production over two states, which makes the direct approach insufficient. The company has a sunflower business unit in which two agronomists are responsible to coordinate the activities of sunflower crop promotion in partnership with farm supply retail stores. The FSRS play a strategic role for the operation of this agri-food chain. Once the adoption of sunflower in this region is highly influenced by farmers' relations with promotion agents from FSRS, the provision of sunflower for the processing company would be considerably lower without the participation of FSRS.



In case 3, we found a high level of crop promotion by means of direct approach and a low one in terms of indirect approach. The need for crop promotion in this region is explained by the non-participation of farmers in the ownership of the processing company; the predominance of small and medium-sized farms; and, mainly, by the overlapping of sunflower and soybean seasons. This does not occur in the other two chains, where sunflower overlaps the maize and sorghum seasons. Since farmers normally use the whole arable land to grow soybean, the interest for sunflower in this region is considerably smaller. Besides processing sunflower, the company also operates as sunflower seed distributor. Thus, the crop promotion team employed by the company searches and supports sunflower growers, but also develops field trials with seeds. The goal is to identify more suitable cultivars for the region, especially in terms of shorter production cycle. This would minimize the overlapping period with the soybean season, contributing to a better fit of sunflower within the local agricultural production system. The small number of sunflower growers related to this chain makes the direct approach of crop promotion the main one. Nevertheless, a few partnerships with FSRS exist, as the company seeks to expand the production area of sunflower. Moreover, the indirect approach of crop promotion is a way to reduce the transaction costs for the company in the assistance of small sunflower suppliers. Even so, the FSRS currently play the basic role of providing inputs, except sunflower seed, to sunflower growers.

### **Challenges for long-term sustainable operation**

The sunflower cases in Brazil suggest that the long-term efficient operation of agri-food chains focused on new or non-established crops is challenging. Limited market structure, land use competition with well-established crops (e.g. maize and soybean), and technological limitations (e.g. regarding plant breeding and control of pests and diseases) represent some of the barriers for the economic long-term sustainability of sunflower agri-food chains in Brazil. Consequently, the existing formal and relational governance structures associated with knowledge diffusion have not been sufficient to increase and stabilize the supply of sunflower in Brazil.

The instability in the sunflower supply in spite of the applied governance structures suggests further considerations. First, it points to the existence of a dynamic interplay of different governance structures that take place both simultaneously and over a certain time period, influencing production decisions and marketing of crops. The governance arrangement based on contracts, social network, and knowledge diffusion is more effective in the short-term, or within the crop season. This is especially true for the cases in which farmers do not participate in the control of the processing company. Although in the short-term (within a crop season) this governance arrangement is a necessary incentive for the farmer's decision to adopt sunflower, as well as a self-enforcing mechanism for fulfillment of the transaction, it has not been sufficient for

ensuring the repetition of the transaction every year (as occurs with soybean and maize), due to the limitations of a non-established crop. Nevertheless, the governance arrangement adopted is decisive for the re-entrance of former suppliers in the sunflower agri-food chain, once the market conditions seem attractive to them, which can be considered a long-term benefit of this arrangement.

## DISCUSSION

Our analysis confirms the complementarity between transaction costs economics (TCE) (formal governance structures) and social network approach (relational governance structure) in relation to the sunflower agri-food chains in Brazil. This is consistent with other studies based on different agri-food chains from different countries (CHAGOMOKA; AFARI-SEFA; PITORO, 2014; FRITZ; FISCHER, 2007; GİRDOÇI et al., 2016; GİRDOÇI; SKRELI; IMAMI, 2016; MARTINO, 2010; TRIENEKENS, 2011; ZANDER; BESKE, 2014; ZHANG; ARAMYAN, 2009). An additional contribution of this article is the prominent role of knowledge diffusion and the elaboration of an integrated approach to explain the chain operation based on three key components – contracts, social network and knowledge diffusion. This approach appears especially appropriate for agri-food chains focused on new or non-established crops, as also observed in the case of the agri-food chain of castor bean in Brazil (WATANABE; ZYLBERSZTAJN, 2012). Furthermore, the analysis showed that the combinations of low exit cost for farmers and land use competition contribute to balance the supplier/buyer power relations due to different time horizons interdependencies. These interdependencies associated with the social network component dampen the risk of transaction failure.

The feedstock instability suggests a lack of supply chain management (SCM) in the operation of the agri-food chains of sunflower in Brazil. This is a fact also identified in other agri-food chains' studies (ANASTASIADIS; POOLE, 2015; BOURLAKIS; MAGLARAS; FOTOPOULOS, 2012). Furthermore, this evidences that, despite the presence of significant level collaboration and cooperation among chain actors (especially in the case in which farmers own the processing company), the establishment of well-managed agri-food supply chains is a complex endeavor that demands further business development investments.

One of the case studies points out that a close intertwining of farmers and processing company increases the stability and efficiency of an agri-food chain operation. Under this arrangement, the risk of feedstock shortage as well as transaction costs (e.g., associated with the searching and supporting of suppliers) are lower. This farmers' entrepreneurial initiative suggests the existence of enabling conditions (e.g. farming and managerial capacity, access to resources, collaboration and institutional environment) necessary for successful agri-food chains development (DONOVAN et al., 2015; KAHAN, 2012; LIE et al., 2012).

Vertical integration would appear a strategy to circumvent the lack of supply chain management. However, recent studies have shown that vertical integration depends on several aspects such market power, in-house feedstock costs, externally feedstock costs, trust, and capital constraint (DU et al., 2016; ZILBERMAN; LU; REARDON, 2017). From a processing company perspective, upstream integration appears to be a challenging task for several reasons. First, the main competition is for land and not for the product itself. Therefore, processing companies are not able to exert market power over farmers by producing some amount of sunflower in-house. Second, the main agricultural activities in the studied regions are soybean and maize. Thus, the purchase of feedstock such as sunflower from external sources appears to be cost effective over in-house production. As farmers normally cultivate two different crops in the same area per year, the land cost for sunflower production is smaller due to economy of scope. In addition, sunflower production in a large-scale basis would present high supervision costs, disabling vertical integration. Third, in a trusted environment, as sunflower production in Brazil appears to take place, the uncertainty regarding externally feedstock supply is addressed. This makes vertical integration less necessary. Fourth, if processing companies face capital constraint, they should invest in processing machinery instead of buying or renting agricultural land. The downstream vertical integration found in case 1 is somehow puzzling. Although the farmers own the processing company, both segments take decision separately. In addition, as the demand for feedstock increase, the processing company should rely on more external feedstock supply to deal with aspects highlighted above.

## FINAL REMARKS

The economic transactions in the Brazilian sunflower agri-food chains are ruled by formal and relational governance structures and made possible through knowledge diffusion. Contracts, social network based on trust, and knowledge diffusion are necessary conditions for the operation of the agri-food chains of sunflower in Brazil. Nevertheless, the governance arrangement implemented so far has not been sufficient to guarantee a sustainable long-term operation of these chains, jeopardizing their expansion. In this sense, contracts, social network, and knowledge diffusion are the initial or short-term stimulus to the agricultural production, being subject to better market, technological, and supply chain management conditions.

Regional characteristics play an important role in the chains' dynamics. The agri-food chain wherein farmers with managerial capabilities participate in the ownership of the processing company presents a more consistent trustful relational environment, a stronger stimulus to knowledge diffusion, and less instability and risk of feedstock shortage as well as transaction costs. The higher the geographical dispersion of raw material suppliers and the processing company's scale of production, the greater the transaction costs and the strategic role of local farm supply

retail stores for the chain operation. Finally, land use competition with the principal crop (soybean or maize) has a significant negative impact on the chain operation, resulting in smaller production area and higher transaction costs.

The introduction of high value-added food protein products could benefit the sunflower sector in Brazil. An expected higher overall profitability would raise the comparative advantage of sunflower in relation to competing crops, contributing to the growth and stability of sunflower production. Nevertheless, the analysis elaborated in this paper points to some relevant considerations for possible decision makers interested to invest in this business in Brazil.

First, crop promotion should be adopted while sunflower remains as a non-established crop. Second, efforts should be made to foster the research related to disease and pest control and plant breeding. Third, the adoption of SCM strategies could generate gains related to supply stability and efficiency in the agri-food chain operation. These strategies should be centered in providing to the chain actors a long-term and more sustainable perspective in order to reduce uncertainties and transaction costs. Finally, if the previous actions are not sufficient to minimize the risk of feedstock shortage and if the expected profits from this new market operation appear sufficiently high, decision makers should consider the adoption of long-term contracts (ideally with a price system that seeks to guarantee better profitability for sunflower in comparison with competing crops, especially maize) or even vertical integration. The total control of feedstock provision applies if asset specificities for sunflower food protein are considerably high and becomes a dominant entrance and exit barrier that increases substantially the transaction costs, hazards, and risks of transaction failure. Currently, vertical integration appears to be a limited strategy to sunflower processing companies in Brazil. Not surprisingly, vertical integration is not often observed in other annual oilseed chains in the country. However, incremental revenue related to high quality protein could change this scenario for sunflower agri-food chains. This incremental revenue would be greater in the context of market power regarding the new product, which may offset the transaction costs or costs related to vertical integration in the initial stage of the product life-cycle.

The findings of this paper reflect the realities of the agri-food chains of sunflower in Brazil analyzed in this study. Therefore, generalizations for other agri-food chains focused on new or non-established crops must be empirically validated in further researches. The more efficient operation of the agri-food chain led by farmers indicates that future research could look in more detail at this successful farmers' entrepreneurial initiative, which might contribute to policy implications in terms of agri-food chain development. Furthermore, although the understanding of the dynamic of chain operation is a necessary step before the introduction of food innovations that rely on agricultural feedstocks specificities, as sunflower protein food ingredients, further quantitative research approaches should deal with economic and logistics analysis to evaluate the conditions under

which the introduction of these products would be profitable for the agri-food chain actors.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We thankfully acknowledge the doctorate scholarship awarded to the first author of this paper by the Brazilian Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES, BEX Number 9443/14-2). We are also thankful to the funders of the SunflowerProtein project – the German Federal Ministry of Education and Research (FKZ 031A281B) and the Brazilian Council for Scientific and Technological Development (CNPq – 402022/2014-9). Our special thanks to Wolfgang Stauss for the overall project management. We are also extremely grateful to all individuals and companies that provided the information necessary for the development of this paper. Finally, we thank the anonymous referees for their valuable comments on earlier versions of this paper.

## REFERENCES

AIKING, Harry. Protein production: planet, profit, plus people? *The American Journal of Clinical Nutrition*, [s.l.], v. 100, n. (suppl), p. 483S–489S, 2014. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071209>.

ANASTASIADIS, Foivos; POOLE, Nigel. Emergent supply chains in the agrifood sector: insights from a whole chain approach. *Supply Chain Management: An International Journal*, [s.l.], v. 20, n. 4, p. 353–368, 2015. <https://doi.org/10.1108/SCM-08-2014-0259>

ANDERSON, James C.; NARUS, James A. A model of distributor firm and manufacturer firm working partnerships. *Journal of Marketing*, [s.l.], v. 54, n. 1, p. 42–58, 1990. Disponível em <<http://www.jstor.org/stable/1252172>>. Acesso em: 9 mar. 2017.

ARROW, Kenneth J. The organization of economic activity: Issues pertinent to the choice of market versus non-market allocation. *The analysis and evaluation of public expenditures: The PPB System*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1969. p. 47–64.

BARNEY, Jay A.; HANSEN, Mark H. Trustworthiness as a source of competitive advantage. *Strategic Management Journal*, [s.l.], v. 15, n. Supplement S1, p. 175–190, 1994. <https://doi.org/10.1002/smj.4250150912>

BONTE-FRIEDHEIM, Christian. Globale Nahrungsmittelkrisen. *Deutsche Gesellschaft für die Vereinten Nationen e.V.* Disponível em: <<http://www.dgvn.de/meldung/globale-nahrungsmittelkrisen/>>. Acesso em: 8 jan. 2017.

BOURLAKIS, Michael; MAGLARAS, George; FOTOPOULOS, Christos. Creating a “best value supply chain”? Empirical evidence from the Greek food chain. *International Journal of Logistics Management*, [s.l.], v. 23, n. 3, p. 360–382, 2012. <https://doi.org/10.1108/09574091211289228>

CASTRO, C. et al. Sistema produtivo de girassol para a produção de biodiesel. In: CASTRO, Antônio Maria Gomes; LIMA, Suzana Maria Valle; SILVA, João Flávio Veloso (Org.). *Complexo agroindustrial do biodiesel no Brasil: competitividade das cadeias produtivas de matérias-primas*. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2010. p. 376–420, cap. 9.

CHAGOMOKA, Takemore; AFARI-SEFA, Victor; PITORO, Raul. Value chain analysis of traditional vegetables from Malawi and Mozambique. *International Food and Agribusiness Management Review*, [s.l.], v. 17, n. 4, p. 59–86, 2014. Disponível em: <<https://www.ifama.org/resources/Documents/v17i4/Chagomoka-Sefa-Pitoro.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 4 Safra 2016/17*. Brasília: CONAB, 2017. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_02\\_09\\_09\\_00\\_14\\_boletim\\_graos\\_fevereiro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_09_09_00_14_boletim_graos_fevereiro_2017.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2017.

DALL'AGNOL, Amélio; VIEIRA, Osvaldo Vieira; LEITE, Regina Maria Villas Bôas de Campos. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, Regina Maria Villas Bôas de Campos; BRIGHENTI, Alexandre Magno; CASTRO, César (Org.). *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 1–14. cap. 1.

DONOVAN, J. et al. Guides for value chain development: A comparative review. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 2–23, 2015. <https://doi.org/10.1108/JADEE-07-2013-0025>

DORWARD, Andrew R.; OMAMO, S. Were; A Framework for Analyzing Institutions. In: KIRSTEN, J. F. et al. (Org.). *Institutional Economics Perspectives on African Agricultural Development*. Washington, D.C.: IFPRI, 2009. p. 75–110. cap. 3.

DU, X. et al. Economics of agricultural supply chain design: A portfolio selection approach. *American Journal of Agricultural Economics*, [s.l.], v. 98, n. 5, p. 1377–1388, 2016. <https://doi.org/10.1093/ajae/aaw074>

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION - FAO. *Fao Statistical Yearbook 2013: World food and agriculture*. Rome, Italy: FAO, 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e.PDF>>. Acesso em: 8 jan. 2017.

FRITZ, Melanie; FISCHER, Christian. The role of trust in European food chains: Theory and empirical findings. *International Food and Agribusiness Management Review*, v. 10, n. 2, p. 141–161, 2007. Disponível em: <<https://www.ifama.org/resources/Documents/v10i2/Fritz-Fischer.pdf>> Acesso em: 12 abr. 2017.

FROST & SULLIVAN. *Trends and Opportunities in the European Protein Ingredients Market*. 2010. Disponível em: <<http://www.frost.com/sublib/display-report.do?id=M5FE-01-00-00-00>> Acesso em: 8 jan. 2017.

FURLONG, Dominique. *The Conceptualization of "Trust" in Economic Thought.*, IDS working papers no 35. Brighton, U.K.: 1996. Disponível em: <<http://www.ids.ac.uk/publication/the-conceptualization-of-trust-in-economic-thought>>. Acesso em: 11 dez. 2016.

GALASKIEWICZ, Joseph. Studying supply chains from a social network perspective. *Journal of Supply Chain Management*, [s.l.], v. 47, n. 1, p. 4–8, 2011. doi:10.1111/j.1745-493X.2010.03209.x

GËRDOÇI, B. et al. Relational Ties and Transaction Costs – The Moderating Role of Uncertainty. *International Food and Agribusiness Management Review*, [s.l.], v. 19, n. 2, p. 189–206, 2016. Disponível em: <<https://www.ifama.org/resources/Documents/v19i2/920140199.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

GËRDOÇI, Blendi; SKRELL, Engjell; IMAMI, Drini. Determinants of sustainable relationships in the Albanian apple production sector. *International Journal on Food System Dynamics*, Bonn, v. 7, n. 1, p. 50–65, 2016. <http://dx.doi.org/10.18461/ijfsd.v7i1.715>

GONZÁLEZ-PÉREZ, S. et al. Isolation and characterization of undenatured chlorogenic acid free sunflower (*Helianthus annuus*) proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, [s.l.], v. 50, n. 6, p. 1713–1719, 2002. DOI: 10.1021/jf011245d

GONZÁLEZ-PÉREZ, Sergio; VEREIJKEN, Johan M. Sunflower proteins: overview of their physicochemical, structural and functional properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 87, n. 12, p. 2173–2191, 2007. DOI: 10.1002/jsfa.2971

GRANOVETTER, Mark. Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness. *American Journal of Sociology*, [s.l.], v. 91, n. 3 (Nov., 1985), p. 481–510, 1985.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Produção Agrícola Municipal - 2015*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 7 jan. 2017.

KAHAN, David. *Entrepreneurship in Farming*. FAO, Roma, 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/uploads/media/5-EntrepreneurshipInternLores.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

KEEFER, Philip; KNACK, Stephen. Social Capital, Social Norms and the New Institutional Economics. In: MENARD, Claude; SHIRLEY, Mary M. (Org.). *Handbook of New Institutional Economics*. [S.l.]: Springer, 2005. p. 701–726. cap. 27.

LAZZAROTTO, Joelsio José; ROESSING, Antônio Carlos; MELLO, Heveraldo Camargo. O agronegócio do girassol no mundo e no Brasil. In: LEITE, Regina Maria Villas Bôas de Campos; BRIGHENTI, Alexandre Magno; CASTRO, César (Org.). *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 15–42. cap. 2.

LIE, H. et al. Improving smallholder livelihoods through local value chain development: a case study of goat milk yogurt in Tanzania Improving smallholder livelihoods through local value chain development: a case study of goat milk yogurt in Tanzania. *International Food and Agribusiness Management Review*, [s.l.] v. 15, n. 3, p. 55–86, 2012. Disponível em: <<https://www.ifama.org/resources/Documents/v15i3/Lie-Rich-Jervell.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

MARTINO, Gaetano. Trust , Contracting , and Adaptation in Agri-Food Hybrid Structures. *International Journal of Food System Dynamics*, Bonn, v. 1, n. 4, p. 305–317, 2010. Disponível em: <<http://centmapress.ilb.uni-bonn.de/ojs/index.php/fsd/article/view/143>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

MASUKU, Micah B. The role of trust in contract enforcement: An analysis of smallholder farmers and sugar millers in Swaziland. In: KIRSTEN, J. F. et al. (Org.). *Institutional Economics Perspectives on African Agricultural Development*. Washington, D.C.: IFPRI, 2009. p. 185–199. cap. 6.

MILES, Matthew. B.; HUBERMAN, A. Michael. *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook of New Methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1984.

PICKARDT, C. et al. Pilot plant preparation of light-coloured protein isolates from de-oiled sunflower (*Helianthus annuus* L.) press cake by mild-acidic protein extraction and polyphenol adsorption. *Food Hydrocolloids*, [s.l.], v. 44, p. 208–219, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.09.020>

SILVA, Carlos A. da; SOUZA FILHO, Hildo M. *Guidelines for rapid appraisals of agrifood chain performance in developing countries*. Rome, Italy: FAO, 2007. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-a1475e.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

TRIENEKENS, Jacques H. Agricultural value chains in developing countries a framework for analysis. *International Food and Agribusiness Management Review*, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 51–82, 2011. Disponível em: <<https://www.ifama.org/resources/Documents/v14i2/Trienekens.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

TRIENEKENS, Jacques H.; VAN DER VORST, J. G. A. J.; VERDOUW, C. N. Global Food Supply Chains. In: VAN ALFEN, Neal K. (Org.). *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*. [s.l.]: Elsevier Inc., 2014. 3 v. p. 499–517.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. *Production, supply and distribution / PSD Online / Custom Query*. Disponível em:

<<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>>. Acesso em: 7 jan. 2017.

UZZI, Brian. Social Structure and Competition in Interfirm Networks: The Paradox of Embeddedness. *Administrative Science Quarterly*, [s.l.], v. 42, n. 1, p. 35–67, 1997. Disponível em: <[www.jstor.org/stable/2393808](http://www.jstor.org/stable/2393808)>. Acesso em: 11 jan. 2017.



VAINIO, A. et al. From beef to beans: Eating motives and the replacement of animal proteins with plant proteins among Finnish consumers. *Appetite*, [s.l.], v. 106, p. 92-100, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2016.03.002>

WATANABE, Kassia; ZYLBERSZTAJN, Decio. Building Supply Systems from Scratch: The Case of the Castor Bean for Biodiesel Chain in Minas Gerais, Brazil. *International Journal on Food System Dynamics*, Bonn, v. 3, n. 2, p. 185-198, 2012. Disponível em: <<http://centmapress.ilb.uni-bonn.de/ojs/index.php/fsd/article/view/327>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

WEISZ, Georg M.; KAMMERER, Dietmar R.; CARLE, Reinhold. Identification and quantification of phenolic compounds from sunflower (*Helianthus annuus* L.) kernels and shells by HPLC-DAD/ESI-MSn. *Food Chemistry*, [s.l.], v. 115, n. 2, p. 758-765, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.074>

WILLIAMSON, Oliver E. Calculativeness, Trust, and Economic Organization. *Journal of Law and Economics*, [s.l.], v. 36, n. 1, p. 453-486, 1993.

WILLIAMSON, Oliver E. *The economic institutions of capitalism*. New York: Free Press, 1985.

WILLIAMSON, Oliver E. The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead. *Journal of Economic Literature*, [s.l.], v. 38, n. 3, p. 595-613, 2000. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2565421>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

WILLIAMSON, Oliver E. Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations. *Journal of Law and Economics*, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 233-261, 1979. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/725118>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

WU, G. et al. Production and supply of high-quality food protein for human consumption: Sustainability, challenges, and innovations. *Annals of the New York Academy of Sciences*, New York, v. 1321, n. 1, p. 1-19, 2014.

YIN, Robert K. *Case Study Research Design and Methods*. 5th. ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2014.

ZANDER, Katrin; BESKE, Philip. Happy Growers! Relationship Quality in the German Organic Apple Chain. *International Food & Agribusiness Management Review*, [s.l.], v. 17, n. 3, p. 205-223, 2014. Disponível em: <https://www.ifama.org/resources/Documents/v17i3/Zander-Beske.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2017.

ZHANG, Xiaoyong; ARAMYAN, Lusine H. A conceptual framework for supply chain governance: An application to agri-food chains in China. *China Agricultural Economic Review*, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 136-154, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/17561370910927408>

ZILBERMAN, David; LU, Liang; REARDON, T. Innovation-induced food supply chain design. *Food Policy*, [s.l.], 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.03.010>



Revista de Economia e Agronegócio - REA  
ISSN impresso: 1679-1614  
ISSN online: 2526-5539  
Vol. 16 | N. 1 | 2018

**André Luiz Ribeiro  
Coutinho Berardo de  
Moraes Coêlho<sup>1</sup>  
Nelson Leitão Paes<sup>1,2\*</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Economia - PIMES, Recife, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Economia, Cuiabá, Brasil

\* [nlpaes@yahoo.com.br](mailto:nlpaes@yahoo.com.br)

## THE IMPACT OF INCREASING RETIREMENT AGE ON HEALTH SERVICES AND ECONOMIC GROWTH IN BRAZIL

### ABSTRACT

This paper uses the Zon and Muysken (2001) model to investigate the effect of increasing the retirement age on health care production, human capital accumulation, and economic growth. All three sectors are interrelated, since the overall level of health affects both workers and the accumulation of human capital, while a higher level of human capital is related to better quality of health. And, finally, health and human capital affect the output of the economy. From the economic growth point of view, the results seem to be positive. Increasing labor availability raises productivity in the health sector, which ultimately improves labor productivity, resulting in increased capital accumulation and economic growth. On the other hand, it is estimated a reduction in the propensity to consume and a smaller portion of the labor force allocated in the health sector.

**Keywords:** Health Status; Retirement; Economic Growth.

### RESUMO

Este artigo utiliza o modelo de Zon e Muysken (2001) para investigar o efeito do aumento da idade da aposentadoria sobre a produção de serviços de saúde, a acumulação de capital humano e o crescimento econômico. Todos os três setores estão inter-relacionados, uma vez que o nível geral da saúde afeta os trabalhadores e a acumulação de capital humano, enquanto que um maior nível de capital humano está relacionado a melhor qualidade da saúde. E, por fim, saúde e capital humano afetam a produção da economia. Do ponto de vista do crescimento econômico os resultados parecem ser positivos. O aumento da disponibilidade de trabalhadores eleva a produtividade do setor de saúde, que acaba por melhorar a produtividade do trabalho resultando em maior acumulação de capital e crescimento econômico. Em contrapartida, estima-se uma redução na propensão a consumir e uma menor parcela da mão de obra alocada no setor de saúde.

**Palavras-chave:** Saúde; Aposentadoria; Crescimento Econômico.

**JEL Code:** I15.

Recebido em: 29/09/2017  
Revisado em: 07/03; 26/03/2018  
Aceito em: 27/03/2018

## INTRODUCTION

The theory of endogenous growth suggests the integration of health production and economic growth through the accumulation of human capital. A drop in growth may be explained by health preference that is positively influenced by rising per capita income or by aging populations. Growth may even disappear in countries with high rates of health deterioration or low productivity in the health sector (ZON and MUYSKEN, 2001).

On the other hand, if the health sector is dynamic, economic growth will be favored both by technological progress in this sector and by better access to the health of the workforce. Health and education are important factors for development as they affect the production capacity of individuals. The more qualified and healthier, the more productive are the workers and consequently the higher the income of the economy.

It is no coincidence, therefore, that education and health expenditures are two of the most representative items of public spending in the developed world. Education expenditure in the Organization for Economic Co-Operation and Development - OECD accounted for 5.2% of Gross Domestic Product - GDP, 4.5% of GDP financed by the public sector, while health costs are approximately 6% of GDP, according to World Bank (2014).

The literature on economic growth has given priority to education because of its more direct correlation with development<sup>1</sup>. More recently, however, health has attracted attention because of the rising costs associated with aging. It is not only education, therefore, that is important for economic growth, but health as well.

According to the endogenous growth model of Lucas (1988), education impacts the formation of human capital for growth and development. However, in order for people to provide effective human capital services, they must be healthy. Therefore, the health of the population in general influences the growth and well-being of all. Health contributes to well-being and economic performance because healthy people increase labor productivity.

This paper uses the Zon and Muiyken (2001) model to investigate the effect of increasing the retirement age on health care production, human capital accumulation, and economic growth. The model, therefore, includes a health sector, an education sector, and a production sector. All three sectors are interrelated, since the overall level of health affects workers and the accumulation of human capital, while a higher level of human capital is related to better quality of health. And, finally, health and human capital affect the output of the economy.

Brazil is currently discussing a pension reform to raise the minimum age for retirement. Currently, according to data from the Social Security

---

<sup>1</sup> Baumol (1967), Lucas (1988), Romer (1990), Barro (1996).

Forum, the average age of retirement in Brazil by contribution time in 2015 was 54.7 years. At the end of 2016, the Brazilian government presented a proposal to increase the minimum age for retirement to 65 years. Hence, this paper investigates how this increase in working time will influence health quality, capital accumulation and long-term economic growth in the country.

The results appear to be positive from the point of view of economic growth. Increasing labor availability raises productivity in the health sector, which ultimately improves labor productivity resulting in increased capital accumulation and economic growth. On the other hand, it is estimated a reduction in the propensity to consume and a smaller portion of the labor force allocated in the health sector.

The article is organized into six sections, including this introduction. The second section presents a literature review on economic growth and health. The third section introduces the endogenous growth model that will be used in the article. The fourth section shows the calibration performed for the model, so as to reflect the Brazilian economy in 2013. The fifth section presents the results and the sixth section, the final considerations and policy suggestions. The fifth section presents the results and the sixth section, the final considerations and policy suggestions.

## **LITERATURE REVIEW**

Health has been a priority in the public and private expenditures of developed countries. According to the OECD (2016), on average the countries of the organization spent 9% of GDP on health in 2015, with the highest spending in the United States (16.9% of GDP), Switzerland (11.5% of GDP) and Japan (11.2% of GDP). Brazilian numbers are very close to the average for rich countries. According to the OECD (2015), Brazil spent 9.1% of GDP in 2013 on health.

However, given income differences, per capita expenditure in US dollars is much higher in the OECD than in Brazil. The average per capita expenditure in the OECD in 2015 reached US\$ 3,815 (OECD, 2016), while in Brazil it was only US\$ 1,471 in 2013 (OECD, 2015).

It is the public sector the main funder of health spending. In the OECD, of the 9% of GDP earmarked for health, 73% comes from governments (6.6% of GDP). In this way, 15% of all OECD public spending goes to the health sector. In Brazil, 46% of health spending was financed by public resources in 2012, so that the health sector accounted for only 7.9% of total public spending in 2012 (WHO, 2015).

Health has therefore played a central role in both government and household spending. And one of the main theoretical motivations for public spending on health is related to the economy. The hypothesis is that a healthy population will be more productive and capable of generating more wealth for the country.

However, health took time to be considered an important factor for economic growth. It is only in the twenty-first century that the subject has become central for growth economists.

Initially, health was incorporated into growth models through human capital. Health affects labor supply, either by working hours or labor market participation. The consequence of this modeling strategy is predictable - the higher the overall health, the greater the human capital and the higher the rate of economic growth. Lopez, Rivera and Currais (2005) emphasize that good health is important to sustain high levels of human capital, with positive effects on productivity and growth. A healthy workforce would be less prone to disease and more willing to work. Raising productivity by improving workers' health would be greater for manual workers, so increased health may have a particularly significant impact on the growth rates of less developed countries.

The second channel between health and growth is demography. Improved health not only allows an increase in life expectancy but also an increase in the number of productive years for each worker. On the other hand, more health means reducing child mortality. Considering the two effects, health improvement helps population growth which is one of the foundations of economic growth. Weil (2005) argues that better health also favors growth by increasing life expectancy that encourages the population to save more, with positive effects on capital accumulation.

Positive externalities associated with health also impact economic growth. The level of health of an individual does not only depend on whether he cares for himself but also depends on the general state of health of the entire population. Low levels of the general health of the population can not only reduce human capital but also negatively influence production, reducing investment and the accumulation of physical capital. Lucas model<sup>4</sup> although not directly concerned with health, has been the most relevant theoretical basis in the development of endogenous growth models related to health.

However, the literature is not unanimous about the positive relationship between health and growth. Zon and Muysken (1997) argue that the health sector is not a productive activity and that it competes with production activities for scarce resources of the economy. They suggest that when health is incorporated into the utility function, the relationship between health and economic growth may be negative.

Empirical analysis reinforces the relationship between growth and health. Knowles and Owen (1995) use the same strategy of Mankiw, Romer and Weil (1992) for a panel of countries for the period 1960-85. They found a positive correlation between health and economic growth. Similar models, like Rivera and Currais (1999) and Hashmati (2001), suggested that health spending has a positive impact on growth in OECD countries.

Bloom, Canning and Sevilla (2004) studied a panel of countries between 1960 and 1990 and concluded that good health has a positive and statistically significant impact on aggregate output. Macedo and Beuren

(2013) found a similar relationship in Latin America in a study about the relationship between the composition of public expenditures and the economic growth of Latin American countries between 2000 and 2010. It was found that countries which allocated more resources to health had higher rates of growth.

In the national literature, two studies found completely different results. Both estimate the relationship between growth and health for the Brazilian States. Mora e Barona (2000) applied the Barro (1996) model and found a negative relationship between growth and health. Interestingly, Cermeno (2000) with the same model of Mankiw, Romer and Weil (1992) suggested there was a positive relationship between growth and health.

Figueiredo, Noronha e Andrade (2003) studied whether health status impacted Brazilian economic growth in the 1990s based on an econometric estimation of the Solow model. They found that health status contributes directly and positively to economic growth, but also influences the accumulation of human capital. A worsening of health status tends to reduce the positive impact of education on growth.

This article contributes to the Brazilian literature to analyze the influence of the health sector for growth with an endogenous growth model. The national literature has focused on applied econometric studies and the use of endogenous growth models represents an innovation in Brazil. These models allow us to capture the externalities of the health sector, as well as its influence on the accumulation of human capital and output.

A second contribution of the article, also innovative in the national literature, is to study the effects of pension reforms, such as increasing the retirement age, on economic growth, with health as its main channel. In Brazil, studies on social security changes are limited to estimating the economic effects of reforms, especially on fiscal policy, disregarding the health sector completely<sup>2</sup>. In summary, to our best knowledge, this paper was the first to investigate the relationship between social security, health and economic growth in Brazilian literature.

## METHODOLOGY

The model is the same of van Zon and Muysken (2001). The population is considered to be divided into two parts. Young people who work in the production of output, health services, human capital formation, and old people who consume output and health services. People live up to age  $T$ , and are active in production up to age  $A$ . It is assumed that every period  $n$  people are born living  $t$  years with health  $g$  and human capital  $h$ . By hypothesis, longevity  $T$  is proportional to the average health level  $g$  of the population. Therefore,

$$T = \mu \cdot g \tag{1}$$

<sup>2</sup> For example, Ferreira (2002), Ellery and Bugarin (2003) and Caetano et al. (2016).

Where  $\mu$  is a constant. Inactive people are equal to  $(T - A) \cdot n$  and an increase in longevity will increase the number of inactive people in the economy, increasing consumption of health services. In the steady state the population remains constant, that is, the number of birth per period equals the number of deaths.

The utility function considers the link between health, longevity, and total population size,

$$U = \int_0^\infty e^{-\rho\tau} (g^\vartheta \left(\frac{C}{L}\right)^{1-\gamma})^{1-\theta} \frac{L}{(1-\theta)} d\tau, 0 < \theta < 1 \quad (2)$$

Where  $\rho$  is the discount rate and  $1/\theta$  is the intertemporal substitution elasticity and  $0 \leq \vartheta \leq 1$  measures the relative contribution of health to the utility. Total private consumption is  $C$ , while  $L = n \cdot T$  is the size of the population. Note, therefore, that longevity is an implicit argument of the utility function that contributes positively to households' welfare. The total effective labor supply, which considers the level of human capital and the quality of health, is therefore  $h \cdot g \cdot n \cdot A$ .

### Production of health services

To integrate health and growth in the context of endogenous growth, productivity is considered to increase due to human capital accumulation and decreasing returns. It is assumed that the production of health services is performed by medical specializations so that a fraction  $v_i$  of effective work is employed in the production of knowledge of the medical specialization  $i$ . It is assumed that the number of medical specializations is proportional to the size of human capital,  $\Omega = \pi \cdot h$ . Thus, the average increase in the level of health quality is given by:

$$\begin{aligned} \frac{dg}{dt} &= \int_0^{h\pi} \psi \left( hg v_i \frac{nA}{nT} \right)^\beta \cdot di = \psi \cdot \pi \cdot h \cdot \left( \frac{hgvA}{\pi h \mu g} \right)^\beta \\ &= \psi \cdot \left( \frac{A}{\mu} \right)^\beta \cdot \pi^{1-\beta} \cdot h \cdot v^\beta \end{aligned} \quad (3)$$

Where  $\psi$  is the productivity parameter and  $v$  is the fraction of the total effective labor supply employed in the health sector. The inequality  $0 < \beta \leq 1$  guarantees the hypothesis of decreasing returns in the production of health services.

The increase in the general level of health and medical specializations also has costs. The more specialties, the greater the demand for medical care, which includes an increase in visits to doctors and a growing number of lab exams, which leads to a reduction of work due to technological

developments. It is assumed that this loss is proportional to the number of specializations by a factor  $\varsigma$ :

$$\frac{dg}{dt} = \left[ \psi \cdot \left(\frac{A}{\mu}\right)^\beta \cdot \pi^{1-\beta} \cdot v^\beta - \varsigma \cdot \pi \cdot g \right] \cdot h \quad (4)$$

It is then possible to obtain the steady-state health quality level:

$$g^* = \frac{\psi}{\varsigma} \cdot \left(\frac{A}{\pi \cdot \mu}\right)^\beta \cdot v^\beta = z_0 \cdot v^\beta \quad (5)$$

Where  $z_0 = \frac{\psi}{\varsigma} \cdot \left(\frac{A}{\pi \cdot \mu}\right)^\beta$ . Note that the more work destined to the production of the health sector, the higher the quality of health.

### Output and Human Capital Accumulation

The production function can be represented by a Cobb-Douglas function:

$$Y = B \cdot [(1 - u - v) \cdot h \cdot g \cdot n \cdot A]^\alpha \cdot K^{1-\alpha} \quad (6)$$

Where  $Y$  represents output,  $K$  is the capital stock and  $B$  is a constant productivity parameter. The fraction  $(1-u-v)$  of the labor supply is used in the output, and the remaining fractions  $u$  and  $v$  are used for human capital accumulation and production of health services respectively.

The process of human capital accumulation takes into account the health of the population:

$$\frac{dh}{dt} = \delta \cdot u \cdot g \cdot h \quad (7)$$

Where  $\delta$  is the productivity parameter. Finally, the accumulation of physical capital is given by:

$$\frac{dK}{dt} = Y - C \quad (8)$$

### Model Solution

In order to solve the model, Social Planner should maximize intertemporal utility (2) with respect to  $C$ ,  $u$  and  $v$ , subject to conditions (6), (7), (8) e (4).

Therefore, after obtaining the first-order conditions, the steady-state solution of the model must satisfy the following simultaneous equations:



$$v = \frac{c^2 - \alpha c + \alpha(1-\alpha)(1-\theta)(1-\gamma)/(\theta+(1-\theta)2\gamma)}{c^2 - \alpha c + (\frac{1+\beta}{\beta})\alpha(1-\alpha)(1-\theta)(1-\gamma)/(\theta+(1-\theta)2\gamma)} \quad (9)$$

$$c = 1 - \frac{(1-\alpha) \cdot r}{(\theta + \gamma(1-\theta)) \cdot r + \rho} \quad (10)$$

$$r = \frac{\delta(1-v)z_0v^{\beta-\rho}}{\theta + \gamma(1-\theta)} = \frac{\delta g^*(1-v) - \rho}{\theta + \gamma(1-\theta)} \quad (11)$$

$$u = \frac{1-c}{1-\alpha} (1-v) \quad (12)$$

Where  $c$  is the average propensity to consume and  $r$  is the balanced growth rate of the economy.

### CALIBRATION

For calibrating the model we used information taken from *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* - IBGE's National Accounts and literature.

The average propensity of consumption,  $c$ , was calculated using the *consumption/GDP* ratio obtained from the *National Accounts*,  $c = 0.6237$ . The balanced growth rate,  $r$ , was calculated from the last 20 years average GDP growth rate,  $r = 2.6238\%$ . The discount rate was estimated at  $\rho = 0.015$ , and the inverse elasticity of substitution was taken from literature - Cavalcanti (2010),  $\theta = 0.7$ .

The share of capital income in output was also obtained from National Accounts of 2013,  $a = 0.48$ . With this information, we can calculate the relative contribution of health to the utility by equation (10),  $\gamma = 0.36729$ . Now, it is possible to obtain  $\beta = 0.0165$  from equation (9).

The fraction of the health sector in total employment can be obtained from the National Accounts in 2013. The total employed in human health and social services was 4.444.429, while the total employed was 102.537.434. Dividing both values we get  $v = 0.0433$ .

From equation (11) it is possible to calculate the level of health quality at steady state,  $g^* = 0.3790$ , assuming that the productivity parameter,  $\delta$ , is equal to 0.1.

Finally, by equation (12) we obtain the participation of effective labor in the production of human capital,  $u = 0.6923$ .

For subsequent simulations, it will be necessary to calibrate  $z_0$ . From equation (5),  $z_0 = 0.4056$ . As the average Brazilian retirement age is  $A = 55$  years, we can define  $\xi$ , which is equivalent to the definition of  $z_0$  without the retirement age term,  $A$ . Thus,  $z_0 = \xi * A^\beta$ , so that  $\xi = 0.3791$ .

## RESULTS AND DISCUSSION

In order to estimate the impact of the increase in the age of retirement, it is assumed that the increase of  $A$  from 55 to 65 years, in line with the proposal of social security reform presented by the federal government at the end of 2016.

The four equilibrium equations – (9) to (12) – are solved simultaneously with the following results:

**Table 1. Results: Main Variables of the Model**

Variable	Initial Steady State	Final Steady State
Balanced growth rate ( $r$ )	2.62%	2.71%
Level of health quality ( $g^*$ )	0.3790	0.3860
Participation of effective labor in the production of human capital ( $u$ )	69.23%	70.25%
Share of effective labor in the production of health services ( $v$ )	4.33%	4.22%
Average propensity to consume	62.37%	61.86%

Source: Author's elaboration.

Increasing working time raises the economy's long-term growth rate, improves the average quality of health, and increases the share of effective labor in the production of human capital. On the other hand, it reduces the participation of effective labor employed in the production of health services and the propensity to consume.

The mechanisms behind the results are as follows. The increase in working time for retirement increases the productivity of the health sector by raising  $z_0$ . The hypothesis is that with more effective work the sector becomes more productive. On the other hand, the amount of effective work allocated to the health sector is reduced due to increased productivity. The net effect is an increase in the general level of health,  $g^*$  and a reduction in the fraction of effective labor used in the production of health services,  $v$ .

The expansion of the average level of health positively affects the production of human capital, equation (7). Workers with better overall health will be able to become more productive. The increase in the rate of accumulation of human capital is reflected in the increase in the long-term growth rate of the economy. Thus, the economy starts to grow at higher rates.

The increase in the rate of human capital accumulation increases the demand for effective labor in this sector. In this way, a larger fraction of the effective labor is used to produce human capital, that is,  $u$  increases.

Finally, the average propensity to consume,  $c$ , tends to decrease. This is because the increased productivity of the health services sector and the human capital accumulation sector makes an investment in both sectors

more interesting, shifting resources from consumption to investment. It is important to realize that there will be no drop in consumption since the output will grow faster, but consumption will represent a slightly lower percentage of GDP.

## CONCLUSION

This paper used the model of Zon and Muyken (2001) to investigate the effect of increasing the retirement age on the production of health services, the accumulation of human capital and economic growth in Brazil. All three sectors are interrelated, since the overall level of health affects workers and the accumulation of human capital, while a higher level of human capital is related to better quality of health. And, finally, health and human capital affect the output of the economy.

The results appear to be positive from the point of view of economic growth. The increase in working time raises the economy's long-term growth rate, improves the average quality of health, and increases the share of effective labor in the production of human capital. On the other hand, it reduces the participation of effective labor employed in the production of health services and the propensity to consume.

As a future research agenda, it would be interesting to have a model that allows simulations and the analysis of transition trajectories. The endogenous growth model is suitable only for studies of long-term economic growth, so it will be necessary to build another type of model, such as the Ramsey or neoclassical models. Another topic that could be explored in more details is the relationship between productivity in the health sector and the total available workforce. In this case, an Overlapping Generations Model (OLG) would be the best choice for such simulations. This type of model is the standard for studies related to social security and demography.

Brazil has health spending as a proportion of GDP comparable to that of rich OECD countries. However, the public sector invests relatively little, accounting for less than half of the expenditure, while in developed countries the public sector disburses almost 0.75% of the total. In fact, these figures indicate the low quality of Brazilian public health, a result of low investment and the population's efforts to pay for private plans to have better care. What this exercise suggests is that a more pronounced public sector investment effort in health can help the Brazilian economy to increase its rate of growth.

Of course, there is a huge need for reductions in inefficiencies, waste, and mismanagement in the Brazilian public health sector, so that only putting more resources may not be enough to improve the average Brazilian health level. However, despite the problems, Brazilian public underfunding is a fact when making international comparisons, and although it is not a sufficient condition, it is a necessary condition for improving health quality, with positive potential impacts on the economy.

## REFERENCES

BARRO, R. *Health and economic growth*. In: Convocatória para propostas de investigação sobre Inversão em Saúde y Crecimiento Económico de la Organización Panamericana de la Salud, 1996.

BARRO, R.; SALA-I-MARTIN, X. *Economic growth*. New York: McGraw-Hill, 1995.

BAUMOL, W.J. Macroeconomics of unbalanced growth: the anatomy of urban crisis. *American Economic Review*, v.57, n.3, p.415-426, 1967.

BLOOM, D. E.; CANNING, D; SEVILLA, J. *The effect of health on economic growth: Theory and evidence*. Cambridge: National Bureau of Economic Research. Working Paper n° 8.587, 2001. Available at: <<http://dx.doi.org/10.3386/w8587>>.

CAETANO, M.; RANGEL, L.; PEREIRA, E.; ANSILIERO, G.; PAIVA, L.H.; CONSTANZI, R. *O fim do fator previdenciário e a introdução da idade mínima: questões para a previdência social no Brasil*. Texto para Discussão IPEA n° 2.230. Brasília, 2016

CAVALCANTI, M.A.F.H.; DA SILVA, N.L.C. Impactos de políticas de desoneração do setor produtivo: uma avaliação a partir de um modelo de gerações superpostas. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 40, n. 4, p. 943-966. 2010. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-41612010000400008>>.

CERMEÑO, R. Education, health and growth: Panel regressions for Latin America, Brazil, Colombia and México. In.: MAYER, D. M.; CERMEÑO, R.; BARONA, A.B.; DURVEYEAU, S. (Orgs) *Health, growth and income distribution in Latin America and the Caribbean: a study of determinants and regional and local behavior*. Research in Public Health Technical Papers, 18, Washington, DC.: Pan-American Health Organization, 2000.

ELLERY, R.; BUGARIN, M.N.S. Previdência social e bem estar no Brasil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 57, n. 1, p. 27-57, 2003. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71402003000100002>>.

FERREIRA, Sergio G. Transitional and Long Run Effects of Reforming Social Security in Brazil. *Texto para Discussão PUC-RJ*, Rio de Janeiro, 2002.

FIGUEIREDO, L.; NORONHA, K.V.; ANDRADE, M.V. *Os impactos da saúde sobre o crescimento econômico na década de 90: uma análise para os estados brasileiros*. Texto para discussão n° 219 Cedeplar/UFMG, 2003.

HASHMATI, A. *On the causality between GDP and healthcare expenditure in augmented Solow growth model*. SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance n° 423, 2001.

KNOWLES, S.; OWEN, P. D. Health capital and cross-country variation in income per capita in the Mankiw Romer Weil-Model. *Economics Letters*, v. 48, n.1, p. 99-106, 1995. Available at: <[https://doi.org/10.1016/0165-1765\(94\)00577-O](https://doi.org/10.1016/0165-1765(94)00577-O)>.

LOPEZ, C.; RIVERA, B.; CURRAIS, L. *Health and Economic growth, findings and policy implication*. London: MIT Press Cambridge, 2005.

LUCAS, R.E. On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, v.22, n.1, p. 3-42, 1988. Available at: <[https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)>.

MACÊDO, F.F.R.R.; BEUREN, I.M. *Relação entre composição das despesas públicas e crescimento econômico dos países da América Latina*. In: XX Congresso Brasileiro de Custos - Uberlândia, MG, 2013.

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, v.107, n.2, p. 407-437, 1992. Available at: <<https://doi.org/10.2307/2118477>>.

MORA, H.; BARONA, A. B. Health in the economic growth of Latin America. In: MAYER, D. M.; CERMEÑO, R.; BARONA, A.B.; DURVEYEAU, S. (Orgs) *Health, growth and income distribution in Latin America and the Caribbean: a study of determinants and regional and local behavior*. Research in Public Health Technical Papers, 18, Washington, DC.: Pan-American Health Organization, 2000.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. *Health at a glance 2015: OECD indicators*. OECD Publishing, Paris, 2015. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1787/19991312>>.

\_\_\_\_\_. Health Statistics 2016. Available at: <<http://www.oecd.org/els/health-systems/health-data.htm>>. Accessed: 1 Jan 2017.

RIVERA, B.; CURRAIS, L. Income variation and health expenditure: evidence for OECD countries. *Review of Development Economics*, n.3, v.3, 258-267, 1999. Available at: <<https://doi.org/10.1111/1467-9361.00066>>.

ROMER, P.M., Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, v.5, n.1, p.71-102, 1990. Available at: <<https://doi.org/10.1086/261725>>.

SOLOW, R.M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, v.70, n.1, p. 65-94, 1956. Available at: <<https://doi.org/10.2307/1884513>>.

WEIL, D. *Accounting for the effect of health on economic growth*. National Bureau of Economic Research, Working Paper nº 11.455, 2005.

WORLD BANK. *World Development Indicators*. Washington, USA, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. *World health statistics 2015*. WHO Publishing, Geneva, 2015.

ZON, A. VAN; MUYSKEN, J. *Health, education and endogenous growth*. Paper presented at the annual conference of the International Institute of Public Finance, Kyoto, 1997. MERIT Research Memorandum, n. 97-009. Available at: <<https://cris.maastrichtuniversity.nl/portal/files/1030114/guid-683ff455-adc7-4a69-bcc2-d4a09229e886-ASSET1.0>>. Accessed: 23 Nov 2016.

\_\_\_\_\_. Health and endogenous growth. *Journal of Health Economics*, v.20, n.1, p.169-185, 2001. Available at: <[https://doi.org/10.1016/S0167-6296\(00\)00072-2](https://doi.org/10.1016/S0167-6296(00)00072-2)>.



Revista de Economia e Agronegócio - REA  
ISSN impresso: 1679-1614  
ISSN online: 2526-5539  
Vol. 16 | N. 1 | 2018

**Alana Virgínia Santos  
Vieira<sup>1</sup>  
André Filipe Zago de  
Azevedo<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Universidade do Vale do Rio dos  
Sinos, Programa de Pós-graduação  
em Economia, Porto Alegre, Brasil.

\* [aazevedo@unisinos.br](mailto:aazevedo@unisinos.br)

## IMPACTOS DO ACORDO DE LIVRE COMÉRCIO TRANSATLÂNTICO E DA INTEGRAÇÃO BRASIL- UNIÃO EUROPEIA SOBRE O BRASIL

---

### RESUMO

Este estudo tem como objetivo avaliar o impacto da formação da Parceria Transatlântica para o Comércio e Investimento (TTIP) sobre os fluxos de comércio, PIB e bem-estar dos membros do bloco e do Brasil. Busca-se testar a hipótese de que o resultado líquido da formação da TTIP é positivo para os seus membros e negativo para o Brasil. Confirmada a hipótese, o estudo avalia, através de uma nova simulação, se um acordo comercial entre Brasil e União Europeia poderia reverter esse resultado. Para ambas as simulações, utilizou-se o modelo de Equilíbrio Geral Computável Global Trade Analysis Project (GTAP, v.9). Pode-se afirmar que o ganho de bem-estar gerado pelo acordo Brasil-UE reverteria a perda de bem-estar no Brasil oriunda da TTIP, com resultados particularmente positivos para a indústria alimentícia brasileira.

**Palavras-chave:** Integração Regional; Modelos de Equilíbrio Geral; TTIP.

---

### ABSTRACT

This study aims to evaluate the impact of the Transatlantic Trade and Investment Partnership (TTIP) on trade flows, GDP and welfare of the members of the block and Brazil. It seeks to test the hypothesis that the net result of TTIP is positive for its members and negative for Brazil. Confirmed the hypothesis, the study analyses, through an additional simulation, if a trade agreement between Brazil and the European Union would reverse this result. For both simulations, the Computable General Equilibrium Model Global Trade Analysis Project (GTAP, v.9) was employed. Results show that the welfare gain generated by a Brazil-EU agreement would reverse the welfare loss arising from the TTIP in Brazil, with particularly positive results for the food industry.

**Keywords:** Regional Integration; General Equilibrium Models; TTIP.

**JEL Code:** C68; F15; F14.

Recebido em: 06/03/2017  
Revisado em: 20/09; 16/11/2017  
Aceito em: 16/11/2017





## INTRODUÇÃO

A proliferação de controles e barreiras comerciais na Grande Depressão levou a uma ascensão do pensamento a favor do livre comércio no pós-guerra, quando foram estabelecidos os acordos de Bretton Woods e iniciados os processos de integração da União Europeia (UE). Esse período caracterizou a primeira onda de regionalismo que perdurou até meados dos anos 1970 (WUNDERLICH, 2008).

No final da década de 1980, anúncios feitos pelos Estados Unidos (EUA) e Canadá sobre o início das negociações para um acordo de livre comércio e a consolidação da União Europeia reiniciaram a deflagração dos Acordos Preferenciais de Comércio (APCs) (ETHIER, 1998). Com base nessa perspectiva, em 1995, o então ministro alemão das relações exteriores, Klaus Kinkel, defendeu a possibilidade de um acordo de livre comércio entre EUA e UE. Na época, o assunto não ganhou força. Em 2007, Peter Mandelson, Comissário Europeu de Comércio, reviveu a ideia, assinando o Quadro de Integração Econômica Transatlântica, que criou um programa de trabalho de cooperação e o Conselho Econômico Transatlântico para supervisionar, orientar e acelerar a implementação desse programa (FELBERMAYR et al, 2013).

Foi somente em 2012, porém, que os EUA e a UE retomaram amplamente o diálogo sobre o aprofundamento das relações comerciais transatlânticas. O acordo, denominado Parceria Transatlântica para o Comércio e Investimento (TTIP), visa à redução de barreiras comerciais tarifárias e não tarifárias com o intuito de promover a expansão do comércio e dos investimentos entre as duas economias, gerando novas oportunidades econômicas, especialmente em setores com maior potencial de criação de emprego e crescimento. Dada a magnitude do comércio entre os EUA e a UE<sup>1</sup>, a TTIP resultaria no maior acordo bilateral já negociado e, portanto, os efeitos da sua consolidação repercutiriam, direta e indiretamente, nos padrões de comércio mundial.

Nos últimos anos, as atenções têm se concentrado nos acordos plurilaterais e nos chamados mega-acordos que incluem, além da TTIP, a Parceria Transpacífico (TPP), a Parceria Econômica Regional (RCEP) entre a Associação das Nações do Sudeste Asiático (ASEAN) e seis outros países e a recém-concluída Aliança do Pacífico (OMC, 2016). Acordos dessa magnitude parecem oferecer mais ameaças do que oportunidades para o Brasil e o MERCOSUL, que, de maneira geral, têm privilegiado as negociações multilaterais no âmbito da OMC, assistindo passivamente a perda relativa de acesso a mercados em razão do aumento do número de APCs dos quais não fazem parte. Além disso, diversos estudos (p.ex. Songfeng, Yaxiong e Bo, 2014; Thortensen e Ferraz, 2014; Fleischhaker et al, 2016; Ko, 2016; Silva, Coronel e Silva, 2017) apontam que os mega-acordos podem ser prejudiciais para países não envolvidos. Por isso, e por conta da perda do tratamento

---

<sup>1</sup> Juntas, as duas regiões foram responsáveis por cerca de um terço do comércio mundial total em 2015 (Eurostat, 2017).

tarifário preferencial do Sistema Geral de Preferências (SGP)<sup>2</sup> em 2014, o Brasil demonstrou interesse na retomada das negociações para um acordo entre o MERCOSUL e a União Europeia, um dos seus principais parceiros, que não só permita o avanço da integração entre os dois blocos, mas também abra a possibilidade de negociações individuais entre seus membros.

Portanto, são dois os principais objetivos deste artigo. O primeiro é avaliar os efeitos do acordo transatlântico sobre o padrão de comércio e bem-estar social mundial, dando ênfase aos participantes do bloco e ao Brasil, através de uma simulação que eliminou parcialmente as tarifas de importação entre a UE e os EUA. E, supondo que o Brasil tenha autonomia para negociar fora do MERCOSUL, o segundo objetivo é quantificar, através de uma nova simulação, os impactos de um acordo comercial entre UE e Brasil, simultâneo à TTIP.

A ferramenta utilizada para as simulações foi o modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) Global Trade Analysis Project (GTAP v.9), que adota uma estrutura de mercado de competição perfeita e retornos constantes de escala. Por ser capaz de representar os fluxos comerciais e os principais instrumentos de proteção comercial existentes no mundo, o GTAP é ideal para as análises relativas à integração comercial. Ao utilizar a nona versão do software, cuja base de dados é de 2011, e avaliar se um APC envolvendo o Brasil e o bloco europeu poderia ser uma estratégia para reverter as perdas potenciais do acordo transatlântico, esse artigo aperfeiçoa os trabalhos que mediram os efeitos da criação da TTIP sobre a economia brasileira, como Thortensen e Ferraz (2014), Ko (2016) e Silva, Coronel e Silva (2017).

A participação de certo país em um bloco apresenta implicações para quase toda a sua economia. Alguns setores irão encontrar oportunidades de expansão, enquanto outros deverão se contrair. É possível agrupar os mecanismos que proporcionam essas mudanças em dois grupos: efeito escala e competição, e efeito sobre o comércio e a localização<sup>3</sup>. O efeito escala e competição surge quando mercados nacionais separados se tornam unificados a partir da formação do bloco. O mercado ampliado do bloco permite que economias de escala sejam alcançadas, ao mesmo tempo em que proporciona aos produtores dos países membros um contato mais próximo, ampliando a competição entre eles.

O efeito sobre o comércio e a localização surge quando o bloco promove alterações no padrão de comércio e na localização da produção. A direção do comércio muda na medida em que as importações dos demais membros do bloco se tornam mais baratas, estimulando os consumidores a adquiri-las, em detrimento da produção doméstica ou de importações de fora do bloco, fenômeno conhecido como criação e desvio de comércio, respectivamente. A localização da atividade econômica também se altera nos países

---

<sup>2</sup> Países desenvolvidos, membros da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), estabeleceram o SGP, mediante o qual concedem redução parcial ou total do imposto de importação incidente sobre determinados produtos, quando originários e procedentes de países em desenvolvimento.

<sup>3</sup> Para mais detalhes sobre a teoria da integração regional, ver Baldwin e Venables (1995) e Banco Mundial (2000).

pertencentes ao bloco, com expansão em alguns setores e contração em outros. Em alguns casos, essas mudanças podem não ser equilibradas, com alguns países ou regiões se beneficiando mais do que outros.

Para atingir os objetivos mencionados anteriormente, o artigo é dividido em quatro seções, além da introdução. Na seção 2, é realizada uma análise acerca das barreiras comerciais impostas pelos EUA, pela UE e pelo Brasil, além de demonstrar os níveis de comércio entre eles, com o intuito de estabelecer a agregação setorial que é utilizada nas simulações. A seção 3 apresenta a estrutura do GTAP, os cenários analisados e a agregação setorial e regional escolhida para as simulações. Já os detalhes dos experimentos, com ênfase na direção e na magnitude das mudanças tarifárias como resultado das simulações, bem como os resultados da integração regional sobre o padrão de comércio e bem-estar, são discutidos na quarta seção. A seção final, por sua vez, apresenta as conclusões.

## TARIFAS E COMÉRCIO

A amplitude do impacto da liberalização do comércio transatlântico e da criação do bloco BRASIL-UE sobre cada setor será determinada por dois conjuntos de variáveis: (1) os preços dos bens importados e exportados e (2) a participação desses setores no comércio bilateral. Assim, as seções seguintes tratam do principal fator exógeno dos modelos de EGC que afeta os preços: a política tarifária. Para isso, são apresentadas as estruturas de proteção da União Europeia, dos Estados Unidos e do Brasil<sup>4</sup>. Além disso, analisa-se a extensão do comércio entre os participantes dos dois blocos<sup>5</sup>. A partir dessas informações, é possível determinar a agregação setorial escolhida para as simulações, priorizando aqueles setores mais protegidos e de maior participação no comércio bilateral.

### Tarifas e Comércio entre EUA e UE

Apesar de as barreiras tarifárias impostas por EUA e UE serem comparativamente baixas, elas ainda impõem custos que podem restringir o comércio entre as duas economias em determinados setores. Além disso, tanto os EUA como a UE mantêm picos tarifários em setores de interesse econômico para o outro parceiro.

O Gráfico 1 mostra as tarifas médias de cada seção do SH, por região, em 2015. Embora para a maioria das categorias de produtos as tarifas europeias sejam mais altas do que aquelas impostas pelos EUA, elas ainda são relativamente baixas. Observa-se, entretanto, que existem quatro exceções

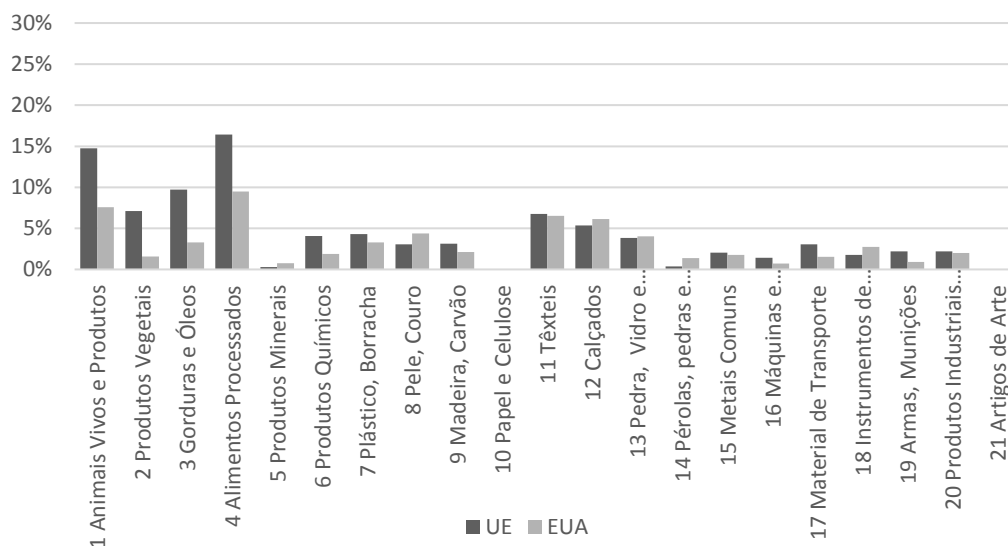
---

<sup>4</sup> As tarifas utilizadas nesta seção foram obtidas através da base de dados do Market Access Map (MacMap), a partir da qual se origina também a base de dados do modelo GTAP. Elas referem-se às tarifas não-discriminatórias (NMF), a oito dígitos do Sistema Harmonizado (SH), no ano de 2015. Os indicadores do MacMap consideram tanto tarifas *ad valorem* quanto tarifas específicas, calculadas sob a forma de equivalentes *ad valorem* (EAV).

<sup>5</sup> Os indicadores referentes aos fluxos comerciais no ano de 2015 foram obtidos a partir da ferramenta de análise de mercado *UN COMTRADE*.

que revelam o viés protecionista da União Europeia em relação ao setor agropecuário: os Alimentos Processados, Animais Vivos e Produtos de Origem Animal, Óleos e Gorduras e Produtos Vegetais. Sobre os Alimentos Processados, por exemplo, a UE aplica uma tarifa média de 16,4%, muito mais elevada do que a tarifa praticada pelos EUA (9,5%). Também se destacam as taxas aplicadas sobre o setor de Animais Vivos e Produtos de Origem Animal na UE (15%) e nos EUA (7,6%). Quanto aos produtos industrializados, destacam-se as tarifas aplicadas sobre têxteis, que englobam tecidos e vestuário, e sobre calçados.

Os EUA e a UE compartilham uma relação econômica profundamente integrada por grandes fluxos comerciais e de investimento. Em 2015, o volume do comércio bilateral de bens e serviços entre UE e EUA totalizou US\$ 687 bilhões. Atualmente, os EUA são o parceiro comercial mais importante da UE. No mesmo ano, cerca de 20% do total das exportações da UE foram destinadas ao mercado dos EUA, enquanto 14% do total das importações da UE vieram dos EUA, tornando-os a segunda maior fonte de importações, atrás apenas da China. Para os EUA, a UE também é um parceiro comercial chave. Em 2015, ela foi o segundo destino mais importante das exportações dos Estados Unidos e o segundo mais importante parceiro de importação, depois da China, fornecendo 18% do total das importações dos EUA.



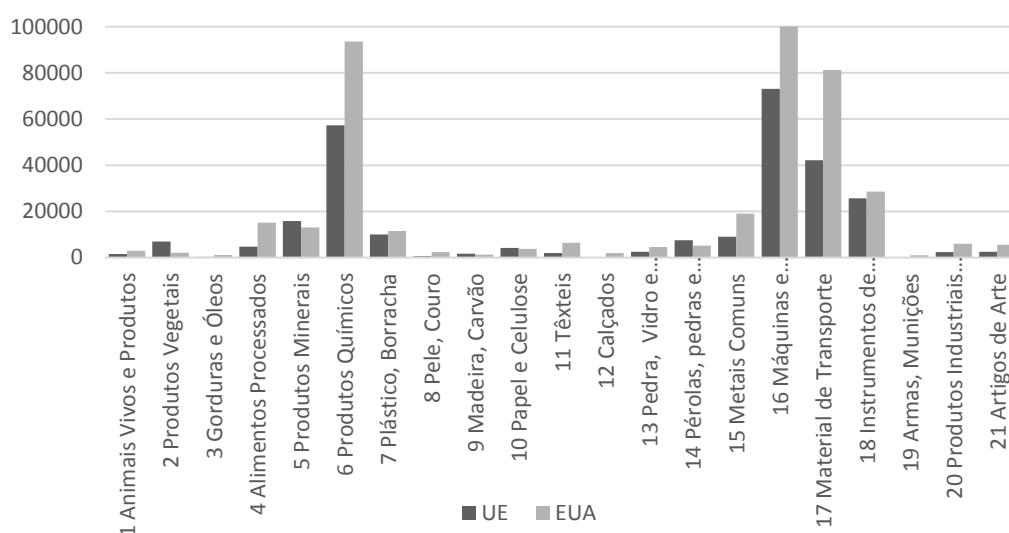
**Gráfico 1. Tarifas NMF médias por seção do SH em 2015 (%)**

Fonte: MacMap (2017).

O Gráfico 2 mostra o fluxo bilateral de comércio entre EUA e UE sob o ponto de vista das importações, em 2015. Os setores que apresentam a maior participação no comércio entre EUA e UE são os seguintes: Máquinas e Equipamentos, Produtos Químicos e Materiais de Transporte, representando, respectivamente, 26%, 23% e 18% do comércio bilateral total. Observa-se que os EUA importaram da UE o equivalente a US\$ 100 bilhões em máquinas e equipamentos e a US\$ 93 bilhões em produtos

químicos. De maneira semelhante, os principais produtos importados pela UE foram máquinas e equipamentos (US\$ 73 bilhões) e produtos químicos (US\$ 57 bilhões). Outro setor que se destaca é o de Material de Transporte, cujo comércio bilateral totalizou US\$ 123 bilhões em 2015. Nesses setores, como visto na seção anterior, o protecionismo é menor.

Em contraposição, setores altamente protegidos, como os de animais vivos e carnes, produtos vegetais (frutas, legumes, verduras e cereais), e têxteis e calçados, apresentam menor participação, representando somente 3,6% do comércio bilateral total. São esses setores, no entanto, que exibem o maior potencial de crescimento no comércio bilateral em um ambiente de liberalização comercial.



**Gráfico 2. Comércio entre EUA e UE em 2015: Importações por Seção do SH (milhões de US\$)**

Fonte: UN Comtrade (2017).

### Tarifas e Comércio entre Brasil e UE

Do pós-guerra até 1989, a política comercial brasileira foi marcada por práticas protecionistas que davam suporte à política de industrialização via substituição de importações. Coincidindo com as negociações da Rodada Uruguai do GATT, quando foi criada a OMC, e com a formação do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), no início dos anos 1990, foram tomadas uma série de medidas de liberalização da economia, que incluíam a redução e a uniformização das alíquotas de importação e a extinção de grande parte das Barreiras Não Tarifárias (BNTs) impostas no período de substituição de importações (AVERBUG, 1998; VIANNA; LIMA, 2010). Além disso, o período foi marcado pela eliminação das tarifas entre os países-membros do MERCOSUL e pela instituição de uma Tarifa Externa Comum (TEC) para as importações de fora do bloco. Desde então, o Brasil se manteve mais aberto às importações, porém preservando, através de políticas comerciais

altamente protetivas, setores de maior valor agregado e mais sensíveis em termos de emprego.

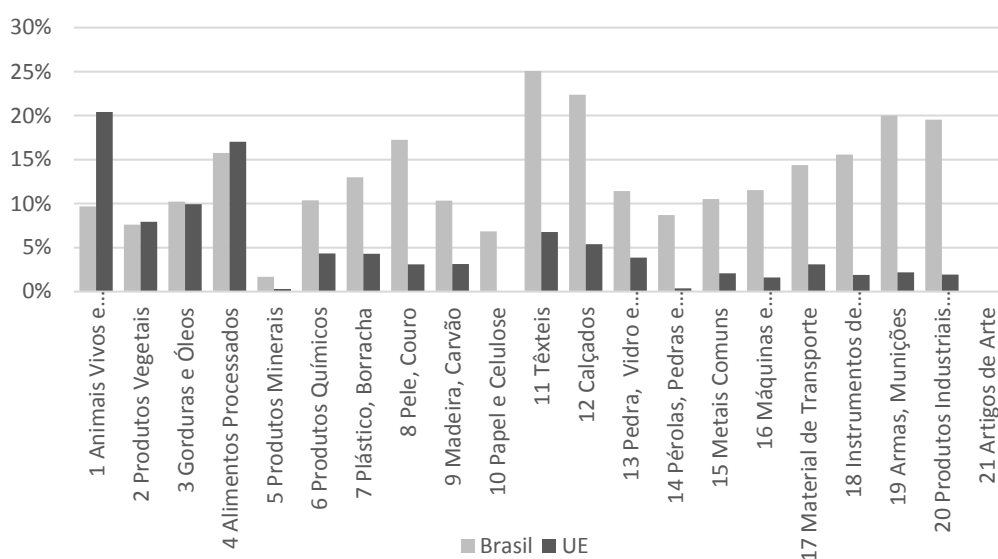
Diversos autores, como Bacha (2016), Canuto, Fleischhaker e Schellekens (2015) e Thorstensen e Ferraz (2014), defendem uma maior inserção do Brasil no cenário internacional por meio de APCs. Ainda que tenha se tornado uma das maiores economias do mundo, o Brasil permanece como uma das mais fechadas. Essa característica se torna evidente a partir da sua atuação em negociações comerciais, quando se compara a participação das exportações e das importações sobre o Produto Interno Bruto (PIB) do país ou a sua presença no comércio internacional total (THORSTENSEN; FERRAZ, 2014; CANUTO; FLEISCHHAKER; SCHELLEKENS, 2015). Para Canuto, Fleischhaker e Schellekens (2015) e Bacha (2016), o aumento dos fluxos de comércio é um componente crítico à retomada do crescimento econômico, para a qual a integração comercial pode ser um caminho. Além disso, uma maior inserção às cadeias globais de valor poderia gerar ganhos de eficiência e ajudar o país a enfrentar os seus desafios de produtividade e competitividade (CANUTO; SCHELLEKENS, 2014).

A relação comercial entre o Brasil e a União Europeia ocorre em diversos níveis políticos: multilateralmente, no âmbito da OMC; inter-regionalmente, através do diálogo UE-MERCOSUL e; bilateralmente, como parte de sua parceria estratégica. Apesar disso, um acordo comercial abrangente e substancial nunca se materializou (WOULTERS; NATENS; D'HOLLANDER, 2013). O posicionamento fortemente protecionista de alguns membros do MERCOSUL oferece pouca perspectiva para a consolidação de um acordo com a UE. Como afirmam Barbosa e Kleber (2008), a agenda das negociações entre o MERCOSUL e a União Europeia é semelhante à agenda da Rodada de Doha, contemplando a abertura para produtos agrícolas, a redução de subsídios no mercado europeu e a liberalização de bens industriais e serviços nos países do MERCOSUL, o que permite supor que as mesmas dificuldades encontradas nas negociações em Doha impedirão o avanço nas negociações com o bloco europeu. Dessa forma, tem crescido a defesa da flexibilização do MERCOSUL que permita que seus membros firmem acordos extra-bloco em velocidades distintas. Por esse motivo, o estudo propõe e avalia um acordo somente entre Brasil e UE.

Atualmente, duas questões fundamentais representam os aspectos mais controversos das relações comerciais entre o Brasil e a União Europeia. A primeira diz respeito ao protecionismo agrícola da UE, caracterizado por altas tarifas específicas e pelo elevado número de BNTs. A segunda questão se refere ao elevado protecionismo brasileiro ao setor manufatureiro. Apesar da liberalização econômica ocorrida nos anos 1990, alguns setores ainda mantêm altos níveis de protecionismo. Como os produtos manufaturados dominam as exportações da UE para o Brasil, principalmente máquinas e equipamentos e material de transporte, há uma pressão por parte da Comissão Europeia para que o Brasil reduza a proteção a esses setores (WOULTERS; NATENS; D'HOLLANDER, 2013).

Pode-se observar, a partir do Gráfico 3, que a União Europeia aplica tarifas mais altas, em relação ao Brasil, na maior parte das categorias de produtos agrícolas. As maiores diferenças concentram-se nas seções de Animais Vivos e Produtos de Origem Animal, cuja tarifa praticada pelo Brasil é alta (9,7%), mas ainda assim é bem menor do que a tarifa praticada pela UE (20,4%). Em Alimentos Processados, com tarifas NMF médias de 17% na UE e de 15,8% no Brasil, e Produtos Vegetais, cuja tarifa europeia de 7,9% é semelhante à praticada no Brasil (7,6%), o grau de proteção é similar.

Para os produtos não agrícolas, a situação se inverte. Nota-se que todas as seções de produtos não agrícolas apresentam tarifas médias mais elevadas no Brasil do que na União Europeia. Os setores mais protegidos pelo Brasil são os de produtos de consumo e aqueles de maior valor agregado, como calçados (22,4%), têxteis (25%), armas e munições e produtos industriais variados (20%) e material de transporte (14,3%), que inclui automóveis, caminhões e ônibus. Em contraposição, os produtos não agrícolas menos protegidos são aqueles pertencentes aos setores mais básicos da economia, como produtos minerais e químicos.



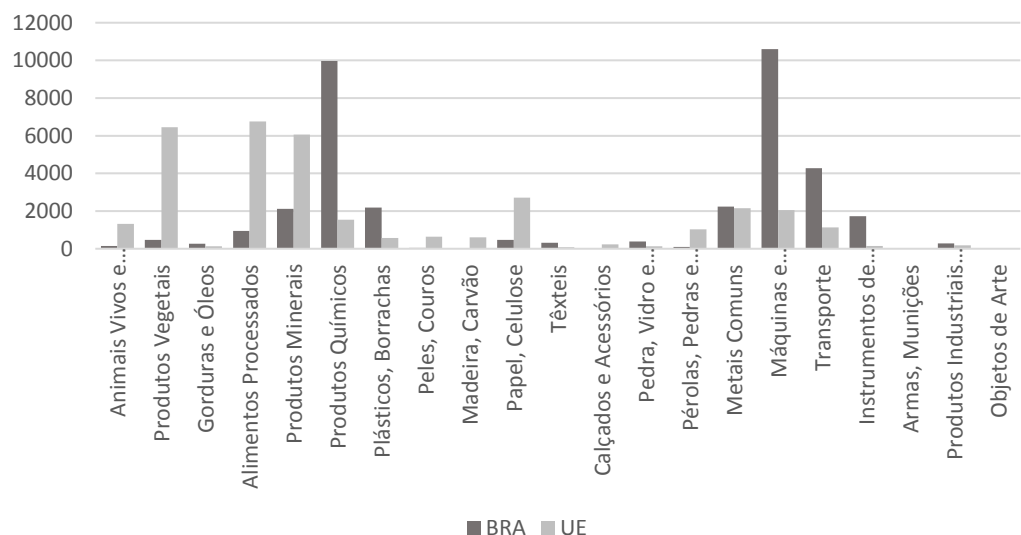
**Gráfico 3. Tarifas NMF médias por seção do SH em 2015 (%)**

Fonte: MacMap (2017).

A União Europeia é o maior parceiro comercial do Brasil. Em 2015, as exportações do Brasil para a UE totalizaram US\$ 34 bilhões, o que representa 18% do total de exportações brasileiras para o mundo. Além disso, no mesmo ano, o Brasil importou da UE o equivalente a US\$ 38 bilhões. Ou seja, a UE é fonte de 22% de toda a importação do país (UN COMTRADE, 2017). O Brasil, por sua vez, é o décimo primeiro maior parceiro comercial da UE, segundo a Comissão Europeia (2017), e a sua principal fonte de produtos agrícolas. Apesar disso, o Brasil representou apenas 1,8% do comércio total da União Europeia em 2015.

Observa-se, a partir do Gráfico 4, que o comércio entre as duas regiões revela o padrão de especialização de cada uma. Enquanto a UE exporta para

o Brasil, principalmente, máquinas e equipamentos, produtos químicos e material de transporte, o Brasil, que detém reconhecida vantagem comparativa no setor agrícola, exporta para a UE sobretudo produtos primários. Em 2015, o Brasil exportou ao bloco europeu o equivalente a US\$ 6,7 bilhões em Alimentos Processados, US\$ 6,4 bilhões em Produtos Vegetais e US\$ 6 bilhões em Produtos Minerais. Em contrapartida, importou aproximadamente US\$ 10,5 bilhões em Máquinas e Equipamentos e US\$ 9,9 bilhões em Produtos Químicos. Nota-se ainda que, à exceção dos Alimentos Processados, aqueles setores que apresentam a menor participação no comércio entre UE e Brasil são, também, os mais protegidos por ambos (p. ex. Têxteis, Calçados, Animais Vivos e Produtos de Origem Animal, Armas e Munições, Pele e Couro).



**Gráfico 4. Comércio entre Brasil e UE em 2015: Importações por Seção do SH (milhões de US\$)**

Fonte: UN Comtrade (2017).

A análise do padrão tarifário e do comércio entre a União Europeia e o Brasil é muito importante para a definição da agregação setorial utilizada no estudo, que deve priorizar os setores mais protegidos, bem como aqueles que apresentam o maior volume de comércio entre as duas regiões. São eles: Animais Vivos e Produtos de Origem Animal, Produtos Vegetais, Alimentos Processados, Máquinas e Equipamentos e Material de Transporte (que inclui o setor automotivo).

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Os modelos de EGC têm sido amplamente empregados para avaliar o impacto dos APCs sobre países-membros e não membros. Eles permitem estimar as mudanças de bem-estar associadas às reduções preferenciais da estrutura de proteção, cobrindo tanto os efeitos estáticos como os efeitos dinâmicos da integração. Ganhos estáticos surgem da especialização da produção de acordo com as vantagens comparativas, alteração nos termos de



troca, aumento de eficiência devido à maior competição externa e economias de escala. Já os efeitos dinâmicos se referem às mudanças nas taxas de crescimento econômico (BANCO MUNDIAL, 2000). Neste trabalho, foi utilizado o modelo de equilíbrio geral aplicado GTAP. Ele se enquadra na primeira geração de modelos, ao adotar uma estrutura de mercado de competição perfeita e retornos constantes de escala nas atividades de produção e consumo, com o intuito de analisar as alterações no bem-estar e no padrão de comércio, tanto nos países-membros dos blocos como no resto do mundo.

O GTAP é um modelo padrão multirregional de equilíbrio geral aplicado. A sua nona versão, utilizada neste estudo, se refere ao ano de 2011 e consiste em uma ampla base de dados referentes a 140 regiões e 57 commodities, uma estrutura padronizada de modelagem e um software para a manipulação dos dados e implementação de simulações (HERTEL, 1997). Como os demais modelos de EGC, pode-se compreender o GTAP como sendo composto por três módulos centrais: (1) um banco de dados com matrizes de insumo-produto, matrizes de impostos, matrizes de contabilidade social etc., que fornece a base empírica do modelo; (2) uma estrutura em ninho formada por funções microeconômicas tradicionais (minimização de custos, maximização de lucro, condições de equilíbrio etc.), que operacionaliza o banco de dados para a simulação, criando os canais de ação dos choques; (3) um fechamento macroeconômico, que determina as variáveis endógenas e exógenas de modo a tornar viável a resolução das equações estruturais do modelo<sup>6</sup>.

## OPERACIONALIZAÇÃO DO MODELO

### Cenários

A avaliação dos efeitos da TTIP e do acordo Brasil-UE é realizada supondo os seguintes cenários:

1. Uma simulação prévia, denominada Cenário 1, que reduziu em 50%<sup>7</sup> as tarifas dos setores agrícola e pecuário (Seções 1 a 4 no Quadro 1) e eliminou a incidência de tarifas dos demais setores no comércio entre os EUA e a UE, servindo de cenário de referência para o restante das simulações;
2. A simulação de um acordo comercial, denominada Cenário 2, que reduziu em 50% as tarifas dos setores agrícolas e eliminou a tarifa dos demais setores no comércio entre o Brasil e a UE, simultaneamente à formação da TTIP.

---

<sup>6</sup> Para mais detalhes sobre o GTAP, ver Hertel (1997).

<sup>7</sup> Para a determinação da redução parcial, tomou-se como exemplo o acordo UE-México. Imediatamente após o acordo, as tarifas de importação foram reduzidas em 47%. Ao longo de 10 anos, tanto a UE quanto o México reduziram gradativamente as suas tarifas até que grande parte do comércio foi totalmente liberalizada. No entanto, essa redução não ocorreu no setor agrícola. Em 2015, 40% dos produtos agrícolas ainda não haviam sido liberalizados entre UE e México (COMISSÃO EUROPEIA, 2015).

Como o objetivo é mensurar os efeitos da liberalização comercial entre EUA e UE e entre Brasil e UE, os experimentos envolvem somente as mudanças nas tarifas de importação adotadas pelos países-membros, sem que haja reciprocidade dos países não membros.

Diferentes fechamentos, em modelos de equilíbrio geral, mudam suas características qualitativas. Por isso, escolher um fechamento em particular assume um papel importante para a análise do modelo e deve estar alinhado com os objetivos do estudo. A fim de capturar os principais efeitos alocativos em cada acordo preferencial avaliado, as simulações foram realizadas utilizando o fechamento convencional do GTAP, o qual considera mobilidade intersetorial perfeita de trabalho e capital, e mobilidade imperfeita dos fatores terra e recursos naturais. A oferta agregada nacional dos fatores de produção é exógena para cada região, assim como a tecnologia de produção das firmas<sup>8</sup>.

### **Agregação Setorial e Regional**

As 140 regiões e os 57 setores da versão nove do GTAP foram agrupados em 5 regiões e 10 setores, de forma a permitir a mensuração dos impactos da TTIP e da integração Brasil-UE sobre o comércio e bem-estar dos países participantes e não participantes dos blocos. Para determinar a agregação regional, que pode ser observada no quadro 1, foram contemplados os principais parceiros comerciais envolvidos no experimento: os 28 membros da União Europeia; os Estados Unidos e o Brasil. Ainda foram inclusos no experimento os RICS (Rússia, Índia, China e África do Sul), dada a sua importante participação no comércio mundial<sup>9</sup>, e o Resto do Mundo. Já a agregação setorial foi criada com o intuito de visualizar os efeitos da TTIP sobre os setores com maior participação no comércio entre UE, EUA e Brasil e sobre os setores mais protegidos por esses países, conforme exposto na seção 2.

---

<sup>8</sup> O fechamento de um cenário pode ser considerado como uma maneira especial de escolha das variáveis endógenas e exógenas do modelo. Para que a resolução do modelo chegue a uma conclusão, é necessário que o número de equações seja igual ao número de variáveis endógenas. Como o número de variáveis geralmente é superior ao número de equações, algumas delas devem ser selecionadas para serem exógenas ao modelo (FEIJÓ; STEFFENS, 2013).

<sup>9</sup> Em 2015, a participação dos BRICS no comércio mundial foi de, aproximadamente, 17,25% (TRADE MAP, 2016).

**Quadro 1. Agregação Setorial e Regional**

Regiões	Setores
<p><b>1. Estados Unidos (EUA)</b></p> <p><b>2. União Europeia (UE_28)</b> Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Romênia, Suécia.</p> <p><b>3. Brasil (BRA)</b></p> <p><b>4. RICS</b> Rússia, China, Índia e África do Sul</p> <p><b>5. Resto do Mundo (ROW)</b> Austrália, Nova Zelândia, Resto da Oceania, Hong Kong, Japão, Coreia, Taiwan, Resto do Leste Asiático, Indonésia, Malásia, Filipinas, Noruega, África Central, Singapura, Tailândia, Vietnã, Resto da Europa Oriental, Resto da África Oriental, Resto da Ásia Ocidental, Resto do EFTA, Bangladesh, Sri Lanka, Resto do Sul da Ásia, Canadá, Estados Unidos, México, Resto da América do Norte, Colômbia, Peru, Venezuela, Resto do Pacto Andino, Armênia, Azerbaijão, Bahrein, Belarus, Bolívia, Camboja, Camarões, Costa Rica, Costa do Marfim, Equador, Egito, El Salvador, Etiópia, Geórgia, Gana, Guatemala, Honduras, Irã, Israel, Cazaquistão, Quênia, Kuwait, Quirquistão, Laos, Ilhas Maurício, Mongólia, Namíbia, Nepal, Nicarágua, Nigéria, Omã, Senegal, Ucrânia, Emirados Árabes Unidos, Paquistão, Panamá, Paraguai, Catar, Arábia Saudita, Argentina, Chile, Uruguai, Resto da América do Sul, América Central, Resto da Alca, Resto do Caribe, na Suíça, Albânia, Resto da antiga União Soviética, Turquia, Resto do Oriente Médio, Marrocos, Tunísia, Resto do Norte da África, Botswana, Resto do Sul Africano, Malawi, Resto da África Ocidental, Moçambique, Tanzânia, Zâmbia, Zimbabwe, Resto da SADC, Resto da UAAA, Madagascar, Uganda, Benim, Burkina Faso, Guiné, Togo, Ruanda, Brunei Darussalam, Jordânia, República Dominicana, Jamaica, Porto Rico e Trinidad e Tobago.</p>	<p><b>1. Grãos:</b> Arroz, Trigo, Cereal.</p> <p><b>2. Outros Produtos Agrícolas:</b> Frutas, Vegetais, Oleaginosas, Cana-de-açúcar, Açúcar de Beterraba, Fibras e Outras Culturas.</p> <p><b>3. Pecuária:</b> Animais Vivos, Produtos de Origem Animal, Leite e Lã</p> <p><b>4. Alimentos Processados:</b> Carnes, Óleos e Gorduras, Laticínios, Arroz Processado, Açúcar, Bebidas e Tabaco e outros produtos alimentícios processados.</p> <p><b>5. Extração Energética:</b> Carvão, Gás e Petróleo.</p> <p><b>6. Vestuário:</b> Tecido, Vestuário, Calçado, Artigos em Couro.</p> <p><b>7. Outros Produtos Não Agrícolas:</b> Silvicultura, Pescados, Minerais, Madeira, Papel, Borracha, Óleo, Prod. Químicos, Plástico, Metais, Outras Manufaturas.</p> <p><b>8. Máquinas e Equipamentos:</b> Máquinas, Equipamentos Eletrônicos e Outros Equipamentos.</p> <p><b>9. Transporte:</b> Veículos Motorizados, Peças Automotivas e Equipamentos de Transporte.</p> <p><b>10. Serviços e Construção:</b> Eletricidade, Distribuição de Gás, Água, Construção, Comércio, Transporte Marítimo, Aéreo e Outros, Comunicação, Serviços Financeiros, Seguros, Serviços para Negócios, Recreação, Administração Pública, Defesa, Saúde e Educação e Habitação.</p>

Fonte: Base de dados do GTAP 9.

## RESULTADOS

### A Formação da TTIP

Expostos os dados relativos à estrutura tarifária e aos fluxos comerciais entre os EUA, a UE e o Brasil, bem como a agregação setorial e regional utilizada no experimento, resta realizar a simulação dos impactos da consolidação da TTIP sobre as regiões selecionadas. Seguindo os cenários estabelecidos na seção 3, aplicou-se um choque que reduziu parcialmente as tarifas de importação vigentes entre os Estados Unidos e a União Europeia<sup>10</sup>. A tabela 1 mostra a redução tarifária intrabloco para cada região da TTIP, após os choques aplicados. Na UE, as maiores quedas ocorreram no setor de Vestuário (de 6,3% para 0%) e no setor de Alimentos Processados (de 11,5% para 5,8%). Nos EUA, a redução mais acentuada foi verificada também no setor de Vestuário, com uma diminuição tarifária de 7,12 pontos percentuais. É importante lembrar que as tarifas dos setores agropecuários, neste trabalho compostos por Grãos, Outros Produtos Agrícolas, Pecuária e Alimentos Processados, foram parcialmente reduzidas, o que gerou variações tarifárias menores do que nos demais setores.

**Tabela 1. Tarifas de importação antes e após os choques do Cenário 1**

Setor	EUA			UE_28		
	Tarifa Inicial	Tarifa Final	Variação (%)	Tarifa Inicial	Tarifa Final	Variação (%)
Grãos	0,74	0,37	-50	6,22	3,11	-50
Outros Produtos Agrícolas	2,70	1,35	-50	2,40	1,20	-50
Pecuária	1,72	0,86	-50	2,32	1,16	-50
Alimentos Processados	2,40	1,20	-50	11,54	5,77	-50
Extração	0,10	0,00	-100	0,00	0,00	-
Vestuário	7,12	0,00	-100	6,31	0,00	-100
Outros Não Agrícolas	1,30	0,00	-100	1,80	0,00	-100
Máquinas e Equipamentos	0,80	0,00	-100	1,12	0,00	-100
Transporte	0,77	0,00	-100	2,79	0,00	-100
Serviços e Construção Civil	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-

Fonte: Base de dados do GTAP 9. Dados relativos ao ano de 2011.

Todavia, a direção e a magnitude dos efeitos de uma mudança da política comercial não dependem somente do tamanho do choque. É necessário também analisar as elasticidades de cada setor, que refletem o tamanho do impacto que uma variação no preço exerce sobre a demanda. A tabela 2 mostra os valores da elasticidade de substituição entre os fatores primários (ESUBVA), entre os bens domésticos e importados da estrutura de agregação de Armington (ESUBD) e entre importações de diferentes fontes

<sup>10</sup> As tarifas bilaterais ao nível de agregação apresentada pelo GTAP são obtidas pela agregação das tarifas não discriminatórias a seis dígitos do SH, utilizando como ponderação o valor das importações bilaterais. Assim, cada uma das cinco regiões apresenta quatro tarifas de importação diferentes para cada um dos dez setores.

(ESUBM). Para todas as regiões e cenários, os valores serão os mesmos. Maiores reduções tarifárias aliadas a altas elasticidades de substituição permitem deduzir que as variações mais significativas nas importações e no bem-estar ocorrerão no setor de Vestuário e Alimentos Processados. Em contrapartida, esperam-se resultados pouco relevantes no setor Pecuário e no setor de Serviços, pois, além da pequena redução tarifária, esses setores também apresentam as menores elasticidades de substituição entre os demais.

**Tabela 2. Elasticidades de Substituição**

Setores	ESUBD	ESUBM	ESUBVA
Grãos	3,34	5,86	0,26
Outros Produtos Agrícolas	2,29	4,80	0,26
Pecuária	2,22	4,12	0,26
Alimentos Processados	2,49	5,08	1,12
Extração	6,68	13,70	0,20
Vestuário	3,78	7,59	1,26
Outros Não Agrícolas	2,97	6,05	1,13
Máquinas e Equipamentos	4,16	8,34	1,26
Transporte	3,16	6,37	1,26
Serviços e Construção Civil	1,94	3,85	1,36

Fonte: Base de dados do GTAP 9. Dados relativos ao ano de 2011.

### Impacto sobre o Comércio

A tabela 3 mostra que a variação no volume das importações da UE e dos EUA, resultante do acordo transatlântico, foi significativa em alguns setores. Na União Europeia, verifica-se um aumento de 6,4% no total de importações provenientes dos Estados Unidos. Como se esperava, tendo em vista o aumento do comércio com os EUA, há uma redução no comércio intra-UE. Naqueles setores em que houve a maior redução tarifária, Vestuário, Alimentos Processados e Grãos, o aumento no volume de importações provenientes dos EUA ocorreu de maneira mais expressiva, chegando a 61,4%, 33% e 18,2%, respectivamente. Observa-se que alguns setores, como Transporte e Grãos, apresentaram quedas nas importações originárias de países não membros. Em relação ao Brasil, observam-se sutis aumentos nas exportações para a UE nos setores de Serviços, Pecuária, Vestuário e Máquinas e Equipamentos, e uma redução, principalmente, nos setores de Transporte e Grãos.

Nos EUA, a redução das tarifas de importação promoveu um aumento nas importações provenientes do bloco europeu em todos os setores, mas de maneira mais relevante nos de Vestuário (70,7%), Outros Produtos Não Agrícolas (6,9%) e Máquinas e Equipamentos (6,7%). Isso se explica, em parte, pela incidência de tarifas mais elevadas nesses setores no cenário anterior à simulação do acordo. Ao contrário do que aconteceu na UE, nos EUA há um aumento do volume importado das demais regiões na maioria dos setores. No setor de Vestuário, observa-se um expressivo aumento das importações oriundas da UE e uma redução nas importações provenientes das regiões que não fazem parte do bloco.

**Tabela 3. Variação no volume das importações da União Europeia e dos Estados Unidos, provenientes de diversas origens (%)**

Setores	União Europeia					Total
	EUA	UE_28	BRA	RICS	ROW	
Grãos	18,16	-0,60	-0,41	-0,43	-0,65	0,30
Outros Produtos Agrícolas	4,80	-0,22	0,04	0,01	-0,11	0,07
Pecuária	3,85	-0,06	0,16	0,13	0,01	0,05
Alimentos Processados	33,05	-0,45	-0,03	-0,14	-0,24	0,24
Extração	-0,65	-0,05	-0,09	0,03	-0,03	-0,02
Vestuário	61,41	-0,34	0,31	0,09	-0,02	0,45
Outros Não Agrícolas	9,79	-0,54	-0,16	-0,27	-0,35	0,24
Máquinas e Equipamentos	7,24	-0,49	0,13	-0,06	-0,20	0,17
Transporte	16,93	-0,94	-0,71	-0,83	-0,93	0,28
Serviços e Construção Civil	-1,02	0,01	0,50	0,37	0,32	-0,01
Total	6,40	-0,44	0,00	-0,06	-0,11	0,16

Setores	Estados Unidos					Total
	EUA	UE_28	BRA	RICS	ROW	
Grãos	-	2,96	0,96	0,92	0,71	0,78
Outros Produtos Agrícolas	-	6,86	0,40	0,36	0,21	0,46
Pecuária	-	4,00	0,60	0,58	0,45	0,78
Alimentos Processados	-	6,00	0,13	0,01	-0,09	1,32
Extração	-	1,56	0,13	0,25	0,19	0,20
Vestuário	-	70,74	-1,91	-2,12	-2,23	2,77
Outros Não Agrícolas	-	7,46	-0,31	-0,45	-0,53	1,43
Máquinas e Equipamentos	-	6,70	0,45	0,25	0,12	1,17
Transporte	-	5,06	0,26	0,14	0,04	1,26
Serviços e Construção Civil	-	0,41	0,91	0,77	0,72	0,61
Total	-	5,94	0,11	-0,21	-0,06	1,12

Fonte: Simulação Cenário 1 no GTAP. Realce nos principais resultados.

### Efeito Total sobre o Bem-estar

Como destacado anteriormente, em modelos de equilíbrio geral estáticos, com dotação de fatores e tecnologia fixa, a forma de incrementar o bem-estar ocorre através da redução das distorções existentes com as mudanças na eficiência alocativa resultantes da interação entre as variações nas tarifas e quantidades<sup>11</sup>. Entretanto, as modificações no bem-estar não estão restritas às mudanças alocativas, mas também incluem as alterações nos termos de troca e no preço relativo da poupança e do investimento (AZEVEDO; FEIJÓ, 2010)<sup>12</sup>.

Os resultados da mudança de bem-estar agregado são demonstrados na tabela 4. Observa-se que, exceto na UE, a variação dos termos de troca domina as mudanças totais sobre o bem-estar das regiões. Os EUA são a região mais beneficiada na simulação, apresentando uma melhora tanto nos termos de troca quanto na alocação de recursos direcionados ao investimento e, em

<sup>11</sup> A variação no equivalente da renda do consumidor regional (EV) reflete a diferença entre a despesa requerida para obter o novo nível de utilidade aos preços iniciais (YEV) e o nível de utilidade disponível no equilíbrio inicial (Y), ou seja,  $EV=YEV-Y$ .

<sup>12</sup> O impacto sobre o bem-estar derivado do componente investimento-poupança (I-S) depende do preço da poupança e do investimento e do fato de a região ser uma supridora ou recebedora líquida de poupança.

menor grau, na eficiência alocativa. A União Europeia também é beneficiada pelo acordo, com um ganho total de US\$ 695 milhões, impulsionado pelos efeitos alocativos. É possível perceber que somente os EUA apresentam uma melhora nos termos de troca. Isso acontece porque as demais regiões reduziram os seus preços de exportação com o intuito de manter a competitividade nos mercados dos participantes do acordo. Como consequência, a UE, o Brasil, os RICS e o Resto do Mundo sofrem uma piora nos termos de troca, o que corrobora os resultados de Chang e Winters (2002) que, ao avaliarem os efeitos negativos do MERCOSUL sobre os termos de troca de países não membros, concluem que “mesmo que as tarifas externas não sejam alteradas, é provável que países não membros acabem prejudicados pela integração regional” (CHANG; WINTERS, 2002, p. 901, tradução nossa).

Em termos absolutos, a região que apresenta a maior perda decorrente do acordo é o Resto do Mundo (ROW). Apesar disso, quando os efeitos agregados de bem-estar são ponderados pelo PIB da região, os resultados são pouco significativos.

**Tabela 4. Efeitos sobre o Bem-estar (milhões de US\$)**

Regiões	Efeitos Alocativos	Termos de Troca	Efeito I-S	Efeito Total	%PIB
1 EUA	587	4998	1664	7249	0,04
2 UE_28	1026	-63	-269	695	0,00
3 BRA	-131	-237	-26	-395	-0,02
4 RICS	-849	-1309	-723	-2881	-0,02
5 ROW	-564	-3396	-648	-4609	-0,01
Total	69	-7	-3	59	0,00

Fonte: Simulação Cenário 1 no GTAP.

Nesse cenário, portanto, o Brasil apresentou uma perda total de bem-estar de US\$ 395 milhões, confirmando a hipótese de que a TTIP pode gerar perda de bem-estar para países que não fazem parte do acordo. Como já existe um processo de negociação desde 1995 para uma zona de livre comércio entre MERCOSUL e UE e tendo em vista a retomada dessas negociações, pretende-se examinar se a formação de um acordo comercial entre Brasil e UE geraria ganhos de bem-estar ao Brasil capazes de reverter essa perda. Os resultados dessa nova simulação são apresentados após os testes de sensibilidade.

### **Análise de sensibilidade**

De acordo com Domingues, Haddad e Hewings (2008), os resultados obtidos nas simulações são muito sensíveis aos valores assumidos para as elasticidades de substituição. Uma diminuição (aumento) desses valores reduz (amplia) os ganhos de bem-estar provocados pela redução tarifária. Diante disso, antes de se confirmar os resultados, deve-se avaliar a sua robustez com relação às premissas adotadas. Para isso, foi utilizada a ferramenta de Análise de Sensibilidade Sistemática do RunGTAP. Nessa análise, alguns

parâmetros selecionados são variados independentemente, dentro de um intervalo, e, a partir disso, o modelo é rodado diversas vezes gerando médias e desvios padrão. Uma alteração significativa dos intervalos de confiança, em termos de sinal ou amplitude, indica que não há robustez no resultado encontrado. Para essa simulação, os parâmetros ESUBD, ESUBT e ESUBVA foram variados em  $\pm 50\%$ . Já a variável endógena escolhida foi o indicador de bem-estar EV (variação no equivalente da renda do consumidor regional), cujo intervalo de confiança foi determinado através da Desigualdade de Chebyshev<sup>13</sup> com 89% de confiança (tabela 5).

**Tabela 5. Teste de Sensibilidade: EV (valores em US\$ milhões)**

Regiões	EV	Média	Desvio Padrão	Intervalo	
1 EUA	7249	7332	695	5247	9417
2 UE_28	695	704	337	-307	1716
3 BRA	-395	-402	37	-513	-291
4 RICS	-2881	-2922	238	-3636	-2208
5 ROW	-4609	-4663	425	-5938	-3388

Fonte: Teste de Sensibilidade GTAP9.

Nota-se que os intervalos de confiança encontrados qualificam os resultados para as regiões, com exceção da UE, tendo em vista que apontam para a mesma direção. No caso dos EUA, haveria ganhos de bem-estar, que poderiam chegar a até US\$ 9,4 bilhões, enquanto há uma perda de bem-estar oriunda da formação da TTIP para as regiões que não pertencem ao acordo. Para a União Europeia, no entanto, há uma inversão de sinal que indica ambiguidade no resultado do efeito do acordo sobre o bloco, uma vez que a variável EV se mostra relativamente dependente dos valores dos parâmetros de substituição.

## O ACORDO BRASIL-EU

Simultaneamente ao primeiro choque decorrente da consolidação da TTIP, promoveu-se um novo experimento, conforme descrito na seção 3. Com isso, há dois blocos principais: a TTIP e um segundo denominado Brasil-UE. As variações nas tarifas simples de importação entre Estados Unidos e União Europeia permanecem as mesmas da primeira simulação. Nesta nova simulação, foram eliminadas também as barreiras tarifárias no comércio entre Brasil e União Europeia. Na UE, como mostra a tabela 6, nota-se

<sup>13</sup> A Desigualdade de Chebyshev afirma que, indiferente da distribuição na variável Y em questão, para cada número positivo e real k, a probabilidade de que o valor de Y não esteja dentro de k desvios padrão (DP) da média (M) é inferior a  $1/k^2$ . Assim, com 89% de confiança, a média está dentro do intervalo entre  $M \pm 3*DP$ .



uma redução expressiva na tarifa de importação do setor de Alimentos Processados de 19,4% para 9,7%. Já no Brasil, as maiores quedas concentram-se nos setores de Vestuário, Máquinas e Equipamentos e Transporte.

**Tabela 6. Tarifas de importação antes e após os choques do Cenário 2**

Setor	EUA			UE_28		
	Tarifa Inicial	Tarifa Final	Variação (%)	Tarifa Inicial	Tarifa Final	Variação (%)
Grãos	0,72	0,36	-50	1,88	0,94	-50
Outros Produtos Agrícolas	1,48	0,74	-50	7,96	3,98	-50
Pecuária	4,22	2,11	-50	5,04	2,52	-50
Alimentos Processados	19,44	9,72	-50	12,46	6,23	-50
Extração	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-
Vestuário	3,23	0,00	-100	19,29	0,00	-100
Outros Não Agrícolas	0,33	0,00	-100	7,80	0,00	-100
Máquinas e Equipamentos	0,05	0,00	-100	10,46	0,00	-100
Transporte	0,92	0,00	-100	14,42	0,00	-100
Serviços e Construção Civil	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-

Fonte: Base de dados do GTAP 9. Dados relativos ao ano de 2011.

Para qualquer simulação, as elasticidades de substituição serão as mesmas (tabela 2). Portanto, tendo em vista a redução tarifária proporcionada pela simulação, espera-se que as maiores mudanças nas variáveis analisadas se concentrem nos setores de Vestuário, Máquinas e Equipamentos e Alimentos Processados.

### Impacto sobre o Comércio

A tabela 7 mostra a variação nas importações da UE e do Brasil decorrente do segundo cenário. É interessante observar que, comparado ao cenário anterior, o acordo entre Brasil e UE promoveu um aumento das exportações de todas as regiões para a UE. Por isso, a redução do comércio intra-UE é menor neste cenário. O resultado mais expressivo, no entanto, diz respeito ao comércio com o Brasil. Se a primeira simulação resultou em uma pequena redução nas exportações do Brasil para a UE, a segunda ocasionou um aumento equivalente a 11,4%. Essa expansão foi impulsionada principalmente pela indústria alimentícia e pelo setor de vestuário, exatamente os setores que sofreram as maiores reduções tarifárias por parte da UE.

As importações brasileiras variaram de maneira significativa. Enquanto as importações totais da UE cresceram 54%, as provenientes de países não membros do acordo declinaram. Como se esperava, os setores que sofreram a maior redução tarifária no Brasil (Vestuário, Transporte e Máquinas e Equipamentos) apresentaram a maior variação nas importações originárias da UE. Nesses setores, há um nítido deslocamento das importações de outras regiões para a UE. O acentuado crescimento das importações intrabloco levou à uma expansão de 7,1% das importações totais do Brasil em todos os setores, à exceção do de Extração Energética.

**Tabela 7. Variação no volume das importações da União Europeia, dos Estados Unidos e do Brasil, provenientes de diversas origens (%)**

Setor	União Europeia					Total
	EUA	UE_28	BRA	RICS	ROW	
Grãos	18,23	-0,82	-1,78	-0,33	-0,64	0,11
Outros Produtos Agrícolas	4,77	-0,49	0,86	-0,01	-0,15	-0,01
Pecuária	3,77	-0,36	6,01	0,04	-0,13	-0,17
Alimentos Processados	32,43	-1,57	62,92	-0,71	-0,83	0,63
Extração	-0,62	-0,19	1,88	0,05	0,02	0,01
Vestuário	62,61	-0,79	28,37	0,71	0,53	0,67
Outros Não Agrícolas	10,59	-0,70	1,79	0,38	0,25	0,38
Máquinas e Equipamentos	8,41	-0,78	2,53	0,90	0,70	0,40
Transporte	18,03	-1,00	11,48	0,02	-0,13	0,48
Serviços e Construção Civil	-0,41	-0,14	-0,87	0,93	0,84	0,14
Total	7,18	-0,69	11,37	0,53	0,36	0,33
Setor	Estados Unidos					Total
	EUA	UE_28	BRA	RICS	ROW	
Grãos	-	2,71	-2,65	0,99	0,70	0,74
Outros Produtos Agrícolas	-	6,77	-2,30	0,54	0,35	0,36
Pecuária	-	3,85	-2,30	0,63	0,46	0,71
Alimentos Processados	-	5,48	-2,26	0,08	-0,05	1,17
Extração	-	1,39	2,08	0,25	0,21	0,24
Vestuário	-	69,01	-2,73	-2,08	-2,26	2,66
Outros Não Agrícolas	-	6,71	-0,95	-0,34	-0,47	1,30
Máquinas e Equipamentos	-	5,44	1,47	0,30	0,10	0,99
Transporte	-	4,14	5,30	0,16	0,03	1,07
Serviços e Construção Civil	-	-0,15	-0,88	0,91	0,82	0,42
Total	-	5,12	-0,25	-0,13	-0,03	0,98
Setor	Brasil					Total
	EUA	UE_28	BRA	RICS	ROW	
Grãos	2,11	9,30	-	3,45	3,21	3,19
Outros Produtos Agrícolas	-0,10	22,20	-	1,03	0,88	2,76
Pecuária	-0,47	11,37	-	0,64	0,48	3,95
Alimentos Processados	-3,76	34,05	-	-2,45	-2,58	5,10
Extração	-2,24	-1,78	-	-1,62	-1,62	-1,68
Vestuário	-14,64	333,84	-	-13,33	-13,48	15,44
Outros Não Agrícolas	-8,24	50,37	-	-7,06	-7,20	5,01
Máquinas e Equipamentos	-21,23	98,96	-	-19,52	-19,69	14,20
Transporte	-23,49	107,29	-	-22,36	-22,47	11,97
Serviços e Construção Civil	-0,08	0,20	-	1,27	1,18	0,53
Total	-11,49	53,99	-	-12,68	-9,29	7,09

Fonte: Simulação Cenário 2 no GTAP. Realce nos principais resultados.

### Efeito Total sobre o Bem-estar

Em termos de bem-estar, o acordo Brasil-UE, simultâneo à TTIP, é benéfico principalmente para o Brasil e a União Europeia (tabela 8). No caso brasileiro, observa-se um ganho agregado de bem-estar na ordem de US\$ 1,4 bilhão, impulsionado principalmente por ganhos em eficiência alocativa. A UE também é beneficiada pelo acordo, apresentando tanto ganhos em eficiência alocativa, quanto uma melhora nos termos de troca. Apesar disso, o efeito total do acordo representou apenas 0,05% do PIB do bloco europeu. Nos RICS, a deterioração dos termos de troca reforça as perdas alocativas, levando a uma redução total de bem-estar de US\$ 4,6 bilhões. Já o ganho global de bem-estar é de US\$ 2,5 bilhões, muito superior ao observado com

a liberalização entre EUA e UE (US\$ 59 milhões). Constata-se que os ganhos para a União Europeia e para o Brasil nesse cenário são muito superiores aos resultados observados no Cenário 1 (tabela 4).

**Tabela 8. Efeitos sobre o Bem-Estar (milhões de US\$)**

Regiões	Efeitos Alcativos	Termos de Troca	Efeito I-S	Efeito Total	% PIB
1 EUA	477	4156	1093	5726	0,03
2 UE_28	3361	4207	-126	7442	0,05
3 BRA	1224	203	-36,7	1391	0,08
4 RICS	-1378	-2666	-562	-4606	-0,03
5 ROW	-1132	-5910	-369	-7411	-0,02
Total	2552	-10	-1,2	2541	0,00

Fonte: Simulação Cenário 2 no GTAP.

### Análise de sensibilidade

Os resultados do teste de sensibilidade desse cenário são mostrados na tabela 9. Observa-se que, para os EUA e para a UE, não há troca de sinal entre o limite superior e o inferior do intervalo de confiança. Ainda que os valores máximos e mínimos do EV se distanciem, no caso dos EUA e da UE, a direção do resultado permanece. Para o Brasil, no entanto, a mudança de sinal indica que, para essa variável, os resultados são sensíveis às elasticidades de substituição.

**Tabela 9. Teste de Sensibilidade: EV (milhões de US\$)**

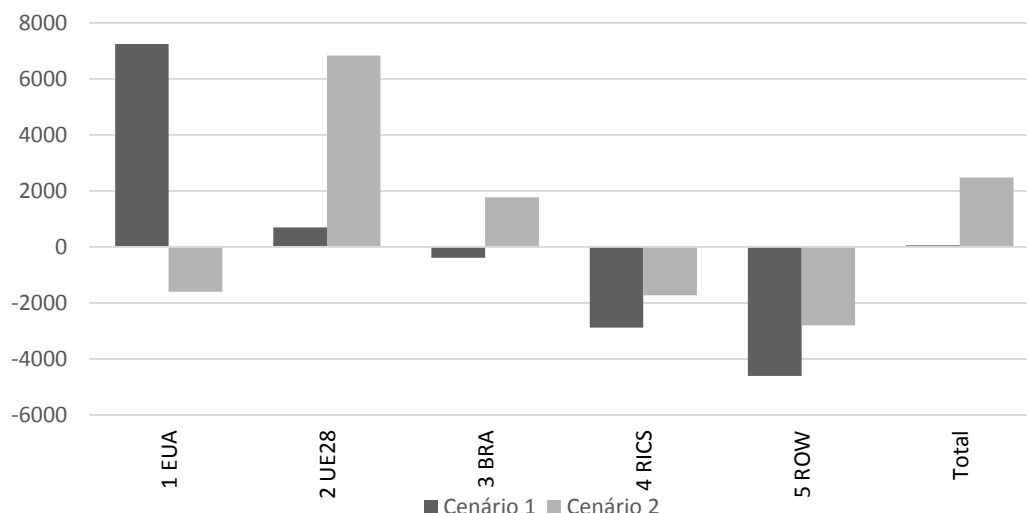
REGIÃO	EV	Média	Desvio Padrão	Intervalo	
1 EUA	5726	5782	580	4041	7523
2 UE_28	7443	7493	612	5657	9330
3 BRA	1391	1413	536	-194	3020
4 RICS	-4606	-4656	250	-5407	-3905
5 ROW	-7411	-7480	589	-9247	-5714

Fonte: Teste de Sensibilidade GTAP.

### COMPARAÇÃO ENTRE OS CENÁRIOS

Feita a análise dos efeitos da formação da TTIP e da consolidação do acordo Brasil-UE, é possível comparar os impactos dessas duas simulações sobre o bem-estar das regiões examinadas (Gráfico 5). O acordo Brasil-UE, simultâneo à TTIP, promoveu uma melhora nos termos de troca e no saldo poupança-investimento dos EUA, porém, o ganho de bem-estar agregado para o país é menor em relação à primeira simulação, que considerou somente um acordo entre EUA e UE. Para a UE, no entanto, o ganho líquido de bem-estar é maior neste segundo cenário. Tanto os termos de troca quanto os ganhos em eficiência alocativa superaram os resultados proporcionados pela simulação anterior. Para o Brasil, se a formação da TTIP gerou uma perda líquida de bem-estar de US\$ 395 milhões, a consolidação de um acordo com a UE proporcionaria um ganho equivalente

a US\$ 1,4 bilhão, ocasionado tanto pela melhora nos termos de troca como por ganhos alocativos.



### Gráfico 5. Sumário dos efeitos das simulações sobre o bem-estar agregado (milhões de US\$)

Fonte: Simulações Cenário 1 e Cenário 2 no GTAP.

OBS.: O resultado Total do Cenário 1 é aproximadamente zero.

Percebe-se que um acordo comercial entre Brasil e UE apresenta vantagens para ambos em termos de comércio e bem-estar. Os países tendem a incrementar o intercâmbio comercial naqueles setores em que possuem vantagem comparativa. Esse é o caso, por exemplo, do setor de Alimentos Processados, cujas exportações brasileiras para a UE aumentam muito mais do que as importações do país provenientes do bloco europeu, ocorrendo o oposto em relação a Máquinas e Equipamentos e Transporte, em que as exportações europeias para o Brasil crescem significativamente mais do que suas importações do Brasil. De qualquer forma, nota-se que o acordo entre ambos poderia incrementar não apenas o comércio interindustrial, mas também o intraindustrial.

Os resultados obtidos são similares aos de Curzel (2007) e Gurgel, Bitencourt e Teixeira (2002), que estimaram os efeitos da integração entre a UE e o MERCOSUL. Esses trabalhos identificaram ganhos de bem-estar para os países do MERCOSUL quando da completa eliminação de barreiras tarifárias ao comércio entre os blocos, provocados especialmente naqueles setores em que o bloco sul-americano apresenta notórias vantagens comparativas. Já Philippidis e Sanjuán (2007), detectaram ganhos de bem-estar maiores que o deste estudo no cenário em que eliminaram completamente as tarifas de importação entre MERCOSUL e UE, chegando a US\$ 7,9 bilhões. No entanto, a completa eliminação das tarifas de importação não parece ser uma hipótese realista diante do elevado grau de protecionismo agrícola da UE.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo realizou duas simulações. A primeira procurou avaliar os impactos do processo de integração transatlântico, envolvendo os Estados Unidos e a União Europeia, sobre o fluxo de comércio e bem-estar das regiões analisadas, dando ênfase aos membros do bloco e ao Brasil. A segunda buscou quantificar os efeitos da implementação de um acordo comercial entre Brasil e UE, simultâneo à TTIP. No primeiro cenário, a consolidação do acordo transatlântico, promoveu vantagens somente para seus participantes. Nos EUA, o ganho líquido de bem-estar foi proporcionado principalmente pelos ganhos nos termos de troca oriundos da redução dos preços de exportação das regiões de fora do bloco. Os resultados confirmam que a consolidação do acordo traria prejuízos ao Brasil ao provocar, além de uma redução nas exportações destinadas à UE e aos EUA, uma perda líquida de bem-estar.

Tendo em vista esse resultado negativo, executou-se um cenário adicional que simulou uma integração comercial entre Brasil e UE, concomitante à TTIP. Os resultados da segunda simulação mostram que, no Brasil, há uma expansão das importações provenientes da UE de setores que apresentavam maior viés protecionista, com destaque para Vestuário, Máquinas e Equipamentos e Transporte, enquanto na UE houve um maior incremento das importações de Alimentos Processados e Vestuário oriundas do Brasil.

A análise do bem-estar baseado na eficiência alocativa mostra que a União Europeia é a região que mais se beneficia com a segunda simulação, com ganhos expressivos naqueles setores nos quais a redução tarifária foi mais intensa, como o setor de Alimentos Processados e de Vestuário. Já no Brasil, o ganho de bem-estar associado à melhora nos termos de troca é impulsionado pelos setores de Alimentos Processados e Outros Produtos Não Agrícolas. Os ganhos totais de bem-estar da UE e do Brasil são maiores do que os observados no primeiro cenário. Além disso, o acordo adicional entre o Brasil e o bloco europeu provoca ganhos globais de bem-estar maiores do que a TTIP.

Embora os resultados aqui apresentados tendam a ser menores do que aqueles obtidos através de abordagens baseadas em competição imperfeita, que permite economias de escala e diferenciação de produto, eles são muito importantes como indicadores para o desenvolvimento de políticas comerciais no Brasil. Ademais, abre-se espaço para estudos que incorporem a essa análise a redução das medidas não tarifárias, que estão ganhando notoriedade na literatura como barreiras cada vez mais relevantes ao comércio internacional.

Por fim, vale ressaltar que alguns aspectos dificultam a formalização de um acordo entre o Brasil e a União Europeia. O interesse do bloco europeu estaria limitado a alguns setores sobre os quais o Brasil apresenta, tradicionalmente, elevado protecionismo. Além disso, outro impedimento é melhor ilustrado a partir do caráter defensivo da UE em relação a setores nos quais o Brasil apresenta vantagens comparativas, como demonstrado na primeira troca de ofertas entre o bloco europeu e o MERCOSUL realizada em maio de 2016, quando aquele inicialmente excluiu as cotas de exportação de carne

e etanol do acordo. Contudo, tendo em vista os benefícios potenciais para o Brasil da formalização de um acordo comercial com a UE, bem como a perda do tratamento tarifário preferencial do SGP ao país, as negociações para a integração Brasil-UE deveriam ser aceleradas.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, André F. Z.; FEIJÓ, Flávio T. Análise empírica do impacto econômico da ALCA e da consolidação do MERCOSUL sobre o Brasil. *Revista de Economia*, v.36, p.119-149, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.5380/re.v36i2.22999> >. Acesso em: 10 out. 2016.

BACHA, Edmar. Integrar para Crescer 2.0. In: VELLOSO, J.P.R. *Investindo Contra a Crise e Procurando Voltar a Crescer*, Instituto Nacional de Altos Estudos-INAÉ, Rio de Janeiro, 2016. p. 65-74.

BALDWIN, Richard; VENABLES, Anthony. Regional Economic Integration. In: GROSSMAN, Gene; ROGOFF, Kenneth. (Org.), *Handbook of International Economics*, v. 3. Amsterdam, 1995. p. 1597-1644. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1573-4404\(05\)80011-5](https://doi.org/10.1016/S1573-4404(05)80011-5).

BANCO MUNDIAL. *Trade Blocs*. Washington: Oxford University Press, 2000.

BARBOSA, Rubens; KLEBER, Klaus. Em defesa da coordenação no comércio exterior. *Revista Conjuntura Econômica*, Rio de Janeiro, v. 62, n. 9, p. 20-23, set. 2008.

CANUTO, Otaviano. SCHELLEKENS, Philip. Three Perspectives on Brazilian Growth Pessimism. *World Bank-Economic Premise*, n. 148, p. 1-4, 2014.

CANUTO, Otaviano; FLEISCHHAKER, Cornelius; SCHELLEKENS, Philip. The curious case of Brazil's closedness to trade. *World Bank Policy Research Working Paper*, n. 7228, 2015. DOI: < <https://doi.org/10.1596/1813-9450-7228> >. Acesso em 26 jan. 2017.

CHANG, Won; WINTERS, L. Alan. How regional blocs affect excluded countries: the price effects of MERCOSUR. *The American Economic Review*, v. 92, n. 4, p. 889-904, 2002.

COMISSÃO EUROPEIA. Ex-post evaluation of the implementation of the EU-Mexico Free Trade Agreement. Rotterdam, 2017. Disponível em: < [http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2017/august/tradoc\\_156011.pdf](http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2017/august/tradoc_156011.pdf) >. Acesso em: 14 jul. 17.

CURZEL, Rosana. *Integração regional e liberalização comercial: uma análise para o Mercosul com um modelo aplicado de equilíbrio geral*. 2007. 145 f. Tese (Doutorado em Integração da América Latina), Universidade de São Paulo, São Paulo. DOI: < <https://doi.org/10.11606/T.84.2007.tde-11102012-145724> >.

DOMINGUES, Edson; HADDAD, Eduardo; HEWINGS, Geoffrey. Sensitivity analysis in applied general equilibrium models: an empirical assessment

for MERCOSUR free trade areas agreements. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, v.48, p.287-306, 2008. DOI: < <https://doi.org/10.1016/j.qref.2006.12.018>>.

ETHIER, Wilfred. The new regionalism. *The Economic Journal*, v.108, p.1149-1161, 1998. DOI: < <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00335> >.

FEIJÓ, Flávio T.; STEFFENS, Camila. Comércio internacional, alocação do trabalho e a questão da desindustrialização no Brasil: uma abordagem utilizando equilíbrio geral computável. *Revista de Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 135-161, abr. 2015. DOI: < <https://doi.org/10.1590/198055271916> >.

FELBERMAYR, Gabriel et al. Dimensionen und Auswirkungen eines Freihandelsabkommens zwischen der EU und den USA. *IFO Institute*, München, 2013. Disponível em < <https://EconPapers.repec.org/RePEc:ces:ifo:fob:62> >. Acesso em: 22 jun. 2013.

FLEISCHHAKER, Cornelius et al. A Chain Reaction? Effects of Mega-Trade Agreements on Latin America. *Global Economic Dynamics Study*, Bertelsmann Stiftung, 2016.

GURGEL, Ângelo. C.; BITENCOURT, Mayra B.; TEIXEIRA, Erly C. Impactos dos acordos de liberalização comercial ALCA e Mercoeuropa sobre os países membros. *Revista Brasileira de Economia*, v.56, p.335-369, 2002. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/s0034-71402002000200006> >. Acesso em: 14 jul. 2016.

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

KO, Jong-hwan. Impact of the Transatlantic Trade and Investment Partnership (TTIP) on the Economies of Brazil, Russia, India, China and South Africa (BRICS). *Korea International Trade Research Institute*, v. 12, n. 1, p.1-19, fev. 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.16980/jitc.12.1.201602.1> >. Acesso em: 22 ago. 2017.

PHILIPPIDIS, George; SANJUÁN, Ana. I. An Analysis of Mercosur's Regional Trading Arrangements. *The World Economy*, v.30, p.504-531, 2007. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2007.01002.x> >. Acesso em: 15 out. 2016.

SILVA, Mygre, CORONEL, Daniel, SILVA, Rodrigo. O Impacto da Parceria Transatlântica de Comércio e Investimento (TTIP) para a Economia Brasileira. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 47, n. 1, p. 77-104, 2017.

SONGFENG, C.; YAXIONG, Z.; BO, M. The Impact Analysis of TTIP on BRICs: based on dynamic GTAP model considering GVC. In: *GTAP Conference Paper*. 2014.

THORSTENSEN, V.; FERRAZ, L. O Isolamento do Brasil em Relação aos Acordos e Mega-Acordos Comerciais. *Boletim de Economia e Política Internacional*, 2014. Disponível em: < <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3762> >. Acesso em 10 jun. 2016.

VIANNA, Catarina.; LIMA, João. Política Comercial Brasileira: Possíveis Impactos de uma Redução nas Tarifas de Importação dos Setores Automotivo e Têxtil. *Revista Econômica*, v.12, p.157-186, 2010.

WOULTERS, Jan; NATENS, Bergt; D'HOLLANDER, David. EU-Brazil Relations at the World Trade Organization: Dispute Settlement as Leverage. *Leuven Centre for Global Governance Studies, Working Paper*, n. 111, 2013. DOI: < <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2302575> >.

WUNDERLICH, Jens-Uwe. *Regionalism, Globalisation and International Order: Europe and Southeast Asia*. England: Ashgate Publishing, 2008. DOI: < <https://doi.org/10.4324/9781315604459> >.





Revista de Economia e Agronegócio - REA  
ISSN impresso: 1679-1614  
ISSN online: 2526-5539  
Vol. 16 | N. 1 | 2018

**Talles G. de Mendonça<sup>1\*</sup>**  
**Danielle E. de Carvalho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Ciências Econômicas, São João Del-Rei, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Viçosa, Brasil

\* [tallesgm@ufsj.edu.br](mailto:tallesgm@ufsj.edu.br)

## EFEITOS DAS TARIFAS, DAS MEDIDAS SPS E TBT E DO RELACIONAMENTO COM O BRICS SOBRE AS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito do BRICS sobre a expansão das exportações brasileiras de produtos agrícolas e industrializados no período de 2002 a 2015. Também teve o intuito de verificar se, a partir da crise de 2008, houve o “efeito-BRICS” sobre os fluxos comerciais desses produtos nesse mesmo intervalo. Além disso, teve o propósito de analisar os efeitos da imposição de tarifas e de medidas técnicas, sanitárias e fitossanitárias sobre as exportações brasileiras de produtos agrícolas e industrializados para o mesmo período. Para isso, utilizou-se o modelo gravitacional. Os resultados não confirmaram a hipótese de um “efeito-BRICS” sobre as exportações agrícolas e de industrializados. Contudo, confirmou-se tal efeito no período de crise, fazendo com que o Brasil sentisse de forma mais amena as consequências da mesma. Com relação às medidas SPS e TBT, confirmou-se o impacto negativo das primeiras para produtos agrícolas e das segundas para produtos industrializados. No que concerne às tarifas, elas tiveram influência positiva sobre os produtos industrializados.

**Palavras-chave:** Modelo gravitacional; BRICS; Exportação; Medidas não tarifárias; Tarifas.

### ABSTRACT

The objective of this study was to verify the effect of the BRICS on the expansion of Brazilian exports of agricultural and industrialized products from 2002 to 2015. It also aimed to verify if, from the crisis of 2008, there was the "BRICS effect" on the trade flows of agricultural and industrialized products from 2002 to 2015. In addition, it aimed to analyze the effects of tariffs and technical, sanitary and phytosanitary measures on Brazilian exports of agricultural and industrialized products for the same period. The gravity model was used. The results did not confirm the hypothesis of a "BRICS effect" on agricultural and industrialized products. However, there was confirmation of the "BRICS effect" in the period of crisis, causing Brazil to feel the consequences of the crisis in a more pleasant way. With regard to SPS and TBT measures, the negative effect of the former on agricultural products was confirmed and the second on industrialized products. As far as tariffs are concerned, they have had a positive effect on industrialized products.

**Keywords:** Gravity model; BRICS; Export; Non-tariffs measures; Tariffs.

**JEL Code:** F13; F14.

Recebido em: 21/04/2017  
Revisado em: 27/08; 15/12/2017  
Aceito em: 24/01/2018

## INTRODUÇÃO

A discussão sobre como ocorre o comércio internacional, de que maneira ele traz bem-estar para o mundo e como ele pode trazer desenvolvimento para os países segue intensa na literatura. Tem início com os mercantilistas, passando por Smith e Ricardo, até chegar em teorias e modelos mais recentes.

Para muitos autores, o comércio é capaz de trazer mais vantagens do que perdas para os países. Dentre os benefícios, estão os ganhos de eficiência, economias de escala, uma maior competitividade, que estimula a redução de preços, maior variedade de produtos, entre outros. Para muitos países, o comércio é o destino de boa parte de sua produção interna e se torna, portanto, fundamental para o crescimento.

Além disso, a expansão das exportações, conforme afirma Souza (1980), é capaz de exercer um efeito multiplicador sobre as atividades do mercado local. Dessa forma, as exportações possibilitam crescimento para as regiões, mesmo que não tenha ocorrido aumento do poder de compra da respectiva população. No entanto, o mesmo autor mostra que uma economia baseada somente nas exportações, sobretudo quando não são diversificadas, se torna vulnerável às oscilações mundiais.

Desse modo, o aumento dos fluxos comerciais e a diminuição da fronteira entre os países podem ter influenciado seu nível de crescimento, principalmente no que se refere àqueles considerados emergentes, como Brasil, China, Índia, Rússia e África do Sul.

Os países do BRICS possuem fundamental importância no comércio mundial e no crescimento e dinamismo da economia, sendo concentradores de grande parte do território e população mundiais. Além disso, possuem papel importante nas exportações do Brasil, sobretudo a China, que pode ter influenciado na expansão comercial brasileira na década de 2000.

O Brasil passou, na década de 1980, por um dos momentos mais difíceis de sua história. Já nos anos 2000, o país voltou a crescer e a acumular divisas e se tornou a 8ª economia mundial. Essa expansão comercial foi fundamental para que o país contornasse a situação de restrição externa que vivia desde o início da década de 1980, com pequenos períodos de tranquilidade.

Embora a expansão da economia mundial tenha ocorrido com base nos países centrais, houve uma crescente participação dos países emergentes, principalmente após a crise de 2008. Nesse sentido, com a melhoria da economia brasileira no período e a crescente participação do BRICS no cenário econômico mundial, torna-se relevante analisar o efeito que esse grupo pode ter ocasionado sobre a expansão comercial do Brasil. Assim, este trabalho tem como objetivo investigar um possível “efeito-BRICS” sobre as exportações brasileiras no período de 2002 a 2015. Também pretende-se analisá-las sob o aspecto das tarifas e das medidas técnicas, sanitárias e fitossanitárias.

Essa última análise torna-se relevante devido ao fato de que há uma tendência mundial de decréscimo das tarifas e aumento das medidas TBT e

SPS. Dessa forma, é importante compreender de que forma elas influenciam as exportações brasileiras e se estaria ocorrendo esse mesmo processo nas tarifas e medidas TBT e SPS incidentes sobre as mesmas.

Com base no exposto, o presente estudo tem como primeira hipótese a ser testada a de que o BRICS teria grande importância na expansão comercial do Brasil no período analisado. Além disso, como segunda hipótese, pretende-se verificar se o efeito do BRICS sobre a expansão comercial brasileira teve maior relevância nos produtos agrícolas ou nos industrializados.

Outrossim, pretende-se observar se a crise de 2008 intensificou o “efeito-BRICS” sobre as exportações brasileiras, considerando que houve uma queda no ritmo de absorção dos países centrais nesse período. Adicionalmente, também se procura verificar a influência das tarifas e das medidas técnicas, sanitárias e fitossanitárias nas exportações brasileiras dos produtos agrícolas e industrializados.

Este trabalho se divide em quatro seções, além da introdução. Na segunda seção, está inserido o modelo gravitacional e na terceira, a metodologia. Por fim, apresentam-se as discussões dos resultados e as considerações finais.

## O MODELO GRAVITACIONAL

A abordagem teórica que deu suporte às equações empíricas estimadas neste trabalho foi originalmente proposta por Anderson e van Wincoop (2003) e Anderson e van Wincoop (2004). De acordo com Sheperd e Wilson (2009), este modelo teórico é tido como abordagem padrão.

Os autores, com base em algumas suposições, procederam à derivação do sistema de equações do qual a equação gravitacional teórica faz parte, determinando as seguintes expressões:

$$X_{ij}^k = \frac{E_j^k Y_i^k}{Y^k} \left( \frac{t_{ij}^k}{P_j^k \Pi_i^k} \right)^{1-\sigma_k} \quad (1)$$

$$(\Pi_i^k)^{1-\sigma_k} = \sum_j \left( \frac{t_{ij}^k}{P_j^k} \right)^{1-\sigma_k} \frac{E_j^k}{Y^k} \quad (2)$$

$$(P_j^k)^{1-\sigma_k} = \sum_i \left( \frac{t_{ij}^k}{\Pi_i^k} \right)^{1-\sigma_k} \frac{Y_i^k}{Y^k}, \quad (3)$$

em que  $Y^k$  é a produção mundial do setor  $k$  e  $\sigma_k$  é a elasticidade de substituição entre classes de produtos,  $X_{ij}^k$  representa as exportações de  $i$  para  $j$  para a classe de produtos  $k$ ,  $E_j^k$ , o consumo de  $k$  no país  $j$ ,  $Y_i^k$ , a produção de  $k$  no país  $i$ , e  $t_{ij}$  corresponde às barreiras ao comércio internacional en-

tre  $i$  e  $j$ . Os termos  $P_j^k$  e  $\Pi_i^k$  são índices de preços que podem ser resolvidos como função das barreiras ao comércio  $\{t_{ij}^k\}$  e do conjunto  $\{Y_i^k, E_i^k\}$ .

Os índices de preços  $P_j^k$  e  $\Pi_i^k$ , definidos por Anderson e van Wincoop (2003) como índices de resistência multilateral, resumem a resistência média ao comércio entre um país e seus parceiros comerciais. De acordo com a equação gravitacional teórica, o comércio bilateral, depois do controle referente ao tamanho dos países, depende da relação entre as barreiras bilaterais entre  $i$  e  $j$  e o produto dos seus termos de resistência multilateral. Assim, para uma dada barreira bilateral entre  $i$  e  $j$ , barreiras mais altas entre  $j$  e seus outros parceiros comerciais reduzem os preços relativos dos bens de  $i$  e aumentam as importações provenientes de  $i$ . Barreiras mais elevadas enfrentadas por um exportador reduzem a demanda por seus produtos e, assim, o seu preço de oferta. Para dada barreira bilateral entre  $i$  e  $j$ , isso aumenta o nível de comércio entre eles (ANDERSON; VAN WINCOOP, 2003).

Em relação à teoria adotada neste trabalho, cabem algumas considerações. A estimação do modelo pode ser empreendida utilizando-se o Produto Interno Bruto (PIB) do país exportador e do importador para representar  $Y_i^k$  e  $E_j^k$ , respectivamente.

Baldwin e Taglioni (2011) argumentaram que, do ponto de vista teórico e empírico, o uso dos PIBs do país exportador e do importador para estimar o modelo é inadequado diante da existência de fluxos comerciais nos quais a presença de produtos intermediários (partes e componentes) seja significativa. Para os autores, em situações como essa, os PIBs não representariam de forma adequada a capacidade de produção e a demanda de um dado par de países. Seguem-se a essa discussão uma proposta teórica e também alternativas de estimação sugeridas por eles.

Contudo, Baldwin e Taglioni (2011, p. 14) afirmam que "*if the consumer and intermediate trade is roughly proportional over time, GDP will be a reasonable proxy for both consumer income and gross value added. The real test of the stability of the parameters would be on a sample where the importance of intermediates trade was rising significantly*".

É importante destacar que, neste trabalho, procedeu-se à utilização do modelo gravitacional, desagregando-se os fluxos comerciais de produtos agrícolas e industrializados. Cada um desses setores possui bens de consumo e bens intermediários. Tomando-se os fluxos agregados de comércio para a amostra utilizada neste estudo, observou-se que a parcela de bens intermediários<sup>1</sup> apresentou pouca variação ou mesmo caiu para a maioria dos pares de países, exceção feita ao comércio entre Brasil, Reino Unido e Emirados Árabes Unidos. Portanto, acredita-se que as estimativas geradas com base na teoria proposta por Anderson e van Wincoop (2003) e Ander-

<sup>1</sup> Para essa classificação seguiu-se a proposta da UNCTAD, sendo os dados extraídos do UNCOMTRADE via WITS (WORLD INTEGRATED TRADE SOLUTION).

son e van Wincoop (2004) sejam válidas, tendo em vista as especificidades apresentadas pela amostra de países utilizada na presente pesquisa.<sup>2</sup>

## MEDIDAS TÉCNICAS, SANITÁRIAS E FITOSSANITÁRIAS

As medidas técnicas, sanitárias e fitossanitárias são tipos de medidas não tarifárias (MNT) que regulamentam o comércio de produtos, abrangendo desde o processo produtivo até o transporte e o armazenamento. Para Almeida, Gomes e Silva (2014), o objetivo geral dessas medidas é minorar ou eliminar falhas de mercado, como externalidades e assimetria de informação. Outra finalidade, segundo os mesmos autores, é aumentar a disseminação de informações e o bem-estar nas comunidades envolvidas.

De forma específica, a *World Trade Organization* (WTO) (2016) afirma que as medidas técnicas (TBT) estão relacionadas mais com questões de rotulagem, forma de embalagem, peso, medida, entre outras, que são aplicadas aos seus processos e métodos de produção. Segundo o mesmo autor, as medidas sanitárias (SPS) envolvem a questão de proteção à vida e à saúde humana e animal de riscos provenientes de doenças, pestes, pragas, agrotóxicos, entre outros, enquanto as medidas fitossanitárias visam a proteger as plantas e as frutas de doenças e pestes.

De acordo com Almeida, Gomes e Silva (2014), essas medidas são documentos que qualquer país importador pode enviar, desde que elas sejam cientificamente justificáveis e tenham o objetivo de proteger a saúde humana, vegetal e animal e o meio ambiente dos riscos de se consumir produtos derivados de outros países. Ainda segundo os mesmos autores, as normas e técnicas que existem nas medidas SPS e TBT determinam quais características o produto deve ter para entrar no país importador. Essas notificações não são os próprios regulamentos, porém elas indicam a existência deles.

A adoção de normas e padrões para as medidas técnicas, sanitárias e fitossanitárias permite promover a produção e as trocas de mercadorias, por meio da redução dos custos, garantia de qualidade dos produtos e ampliação do comércio internacional (ANDRADE, 2007). Entretanto, na prática, algumas vezes, elas possuem o propósito subjetivo de limitar o comércio (protecionismo). Sendo assim, conforme Almeida, Gomes e Silva (2014), as medidas podem ser utilizadas para fazer exigências além das que são necessárias, obtendo como consequência um aumento excessivo dos custos suportados pelos exportadores, influenciando negativamente o comércio. Por isso, é importante verificar a legitimidade das medidas e quais suas consequências para o comércio internacional.

Para a criação de determinado regulamento, o país deve enviar informações através de notificações à OMC. Em seguida, a OMC repassa esses dados para os órgãos governamentais responsáveis, conhecidos como pontos focais, nos países importadores. A criação de pontos focais que atuem co-

---

<sup>2</sup> As planilhas com os cálculos que mostram a importância relativa dos bens intermediários no fluxo total de comércio podem ser solicitadas aos autores.

mo centros de informações foi um compromisso assumido pelos membros da OMC (INMETRO, 2014). No Brasil, os órgãos governamentais que atuam disponibilizando e enviando as notificações à OMC são a Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), para o acordo SPS. Para o acordo TBT, o órgão que atua é o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Instrumental (Inmetro) (BRITO; SILVA, 2015).

## METODOLOGIA

Primeiramente, será feita a operacionalização do modelo, na qual está a descrição da abordagem empírica utilizada. E, por fim, serão informados os meios pelos quais obteve-se os dados e o critério adotado para a escolha da amostra.

### Operacionalização do modelo

Com base nos objetivos da pesquisa e nas considerações teóricas, esta seção destina-se à descrição da abordagem empírica utilizada. Faz-se referência às especificações e aos métodos de estimação empregados para a obtenção das equações gravitacionais empíricas.

O efeito do BRICS, das tarifas e das medidas SPS e TBT sobre as exportações brasileiras, no período de 2002 a 2015, pode ser estimado através da seguinte equação:

$$X_{ij,t} = \sum \phi_j + \sum \theta_t + \beta_1 \ln(Y_{i,t}) + \beta_2 \ln(E_{j,t}) + \beta_3 \ln(\text{dist})_{ij} + \beta_4 \ln(1 + \tau_{ij,t}) + \beta_5 \text{SPS}_{ij,t} + \beta_6 \text{TBT}_{ij,t} + \beta_7 \text{ling}_{ij} + \beta_8 \text{contig}_{ij} + \beta_9 \text{colônia}_{ij} + \beta_{10} \text{arc}_{ij} + \beta_{11} \text{Dcrise}_{ij,t} + \beta_{12} \text{BRICS}_{ij,t} + \beta_{13} \text{BRICrise}_{ij,t} + \varepsilon_{ij,t} \quad (4)$$

em que  $\sum \phi_j$  representa os efeitos fixos invariantes no tempo para o país importador;  $\sum \theta_t$  corresponde aos efeitos fixos para os anos da amostra;  $Y_{i,t}$  e  $E_{j,t}$  referem-se ao Produto Interno Bruto (PIB) dos países exportador e importador no tempo  $t$ ;  $\text{dist}$ , a distância entre os países exportador e importador;  $1 + \tau_{ij,t}$ , a tarifa imposta ao país exportador;  $\text{SPS}_{ij,t}$ , as quantidades de medidas SPS impostas ao país exportador no tempo;  $\text{TBT}_{ij,t}$ , as quantidades de medidas TBT impostas ao país exportador no tempo;  $\text{ling}_{ij}$  é a variável *dummy* que assume o valor um se os dois países falam a mesma língua e zero caso contrário;  $\text{contig}$ , a variável *dummy* para contiguidade;  $\text{colônia}$ , a variável *dummy* para países que tiveram relações coloniais;  $\text{arc}_{ij}$ , a variável *dummy* que assume o valor um quando os países fazem parte de um mesmo acordo regional de comércio;  $\text{BRICS}_{ij,t}$ , a variável *dummy* que assume valor um quando o país importador for membro do BRICS e zero caso contrário; e  $\text{BRICrise}$  é uma variável *dummy* interativa entre o BRICS e os anos de crise.

A especificação dos efeitos fixos utilizada neste trabalho seguiu as considerações de Sheperd e Wilson (2009), que enfatizaram a importância des-

ses efeitos para as dimensões de tempo, além de os utilizarem por país. Segundo os autores, isso representaria um compromisso aceitável entre a consistência teórica e o tratamento empírico. Efeitos fixos para as dimensões de tempo também foram empregados por Souza (2009). Ainda cabe ressaltar que, no presente estudo, os efeitos fixos por país referiram-se aos importadores, tendo em vista que apenas um país, o Brasil, atuou como exportador.

Ademais, com a finalidade de verificar as mudanças das exportações em tempo de crise, foi inserida uma *dummy* que assumiu valor um para os respectivos anos da crise e zero para o contrário. Por fim, foi utilizada uma *dummy* interativa para os anos de crise e para as exportações, quando destinadas para algum dos países do BRICS. O objetivo deste procedimento foi captar o “efeito-BRICS” também durante a crise.

Quanto ao modo de estimação das equações, as mesmas foram estimadas utilizando-se o método não linear Poisson Pseudo-Maximum-Likelihood (PPML) para dados em painel. Santos Silva e Tenreyro (2006) destacaram que esse mecanismo contorna o problema da heterocedasticidade, além de possibilitar a inclusão de fluxos zero na amostra. Ademais, ele tem sido recorrente na estimação do modelo gravitacional.

Destaca-se que os grupos de produtos agrícolas e industrializados já se encontram definidos na base de dados utilizada. É importante detalhar que foram considerados como produtos agrícolas todos aqueles assim definidos pelo Acordo sobre Agricultura, negociado entre os membros da OMC por ocasião da rodada do Uruguai. Mais especificamente, os produtos agrícolas compreendem os capítulos (setores) 1 a 24 do Sistema Harmonizado, excluindo-se o capítulo 3 (peixes, crustáceos, moluscos e outros invertebrados aquáticos). Além disso, o referido acordo inclui alguns produtos de outros capítulos. São eles: 29.05.4, 33.01, 35.01, 35.02, 35.03, 35.04, 35.05, 38.09.1, 38.23.6, 41.01, 41.02, 41.03, 43.01, 50.01, 50.02, 50.03, 51.01, 51.02, 51.03, 52.01, 52.02, 52.03, 53.01, 53.02. Já o setor de industrializados, incluiu o restante dos capítulos (setores) do Sistema Harmonizado.

### Fonte de dados

Os dados dos fluxos de comércio foram obtidos junto à *United Nations Commodity Trade Statistics Database* (UNCOMTRADE) e os relativos ao PIB são do Banco Mundial. Contudo, faltaram dados do Iêmen para os anos de 2014 e 2015, do Irã para 2015 e de Cuba para 2014 e 2015, que foram, então, colhidos no *Trading Economics*. Os dados das medidas TBT e SPS foram obtidos na Organização Mundial do Comércio (OMC). Já a fonte de informações para as tarifas, foi a base de dados *Market Access Map* (MACMAP).

Os países da amostra foram definidos como os principais importadores de produtos do Brasil e representam cerca de 90% das exportações brasileiras de bens agrícolas. São eles: China, Holanda, Estados Unidos, Alemanha, Japão, Bélgica, Espanha, Arábia Saudita, Venezuela, Irã, Hong Kong, França, Reino Unido, Itália, Egito, Coreia do Sul, Emirados Árabes, Tailândia, Argélia, Índia, Indonésia, Nigéria, Canadá, Malásia, Bangladesh,

Argentina, Marrocos, Angola, Vietnã, África do Sul, Portugal, Chile, Iémen, Singapura, Paraguai, Turquia, Eslovênia, Cuba, Colômbia, Romênia, Kuwait, Uruguai, Ucrânia, Israel, Noruega e Líbano.

Já os países da amostra referente às exportações de produtos industrializados são: Estados Unidos, China, Argentina, Holanda, Alemanha, México, Chile, Japão, Itália, Reino Unido, Venezuela, França, Coreia do Sul, Índia, Colômbia, Paraguai, Bélgica, Canadá, Espanha, Peru, Singapura, Uruguai, Santa Lúcia, Suíça, África do Sul, Bolívia, Portugal, Equador, Emirados Árabes, Indonésia, Turquia, Arábia Saudita, Panamá, Angola, Egito, Malásia e Tailândia. Ressalta-se que, pelo critério adotado de incluir no modelo apenas os principais países importadores e que representem, no total, 90% das exportações brasileiras no setor agrícola, a Rússia não foi incluída na amostra dos países industrializados.

## RESULTADOS

Inicialmente, faz-se uma breve descrição sobre o processo de constituição e desenvolvimento dos países que hoje compõem o chamado BRICS, destacando alguns de seus principais indicadores econômicos. Em seguida, apresenta-se o comportamento das medidas tarifárias, SPS e TBT para os países da amostra. Por fim, demonstram-se os resultados dos modelos gravitacionais estimados.

### Formação e desenvolvimento do BRICS

Segundo Thorstensen, Ramos e Müller (2012), o grupo de países formado por Brasil, Rússia, Índia e China começou a ser denominado como BRIC devido a um relatório feito em 2001 pelo economista-chefe da Goldman Sachs, Jim O'Neal, com o título de *Building Better Global Economic BRIC*. Ainda de acordo com os mesmos autores, nesse trabalho, Jim O'Neal comparou o ritmo de crescimento de cada país do estudo, além de suas respectivas populações. Contudo, apesar de formarem um grupo de países, eles não constituem um bloco econômico, em razão de não possuírem um registro formal e ainda apresentarem divergências significativas quanto a possíveis isenções de tarifas, entre outras.

Lima (2011) mostra que, em 2011, há uma importante mudança quanto ao grupo, devido à entrada da África do Sul, no contexto da Cúpula III, quando se acrescentou a letra S na sigla que o denomina, se tornando, portanto, BRICS. Ainda segundo o mesmo autor, essa adesão fez-se importante no sentido de aumentar o poder econômico, territorial e populacional do grupo, que também passou a possuir uma representação no continente africano, até então o único que não possuía um representante.

Segundo Thorstensen, Ramos e Müller (2012), Jim O'Neal conjecturou que os países do BRIC se tornariam as maiores economias do mundo em pouco tempo. De acordo com Reis (2012), o crescimento da economia mundial na década de 2000 ocorreu, sobretudo, devido aos países centrais, porém



houve uma crescente participação dos países emergentes, principalmente a partir de 2008.

De fato, a importância desses países pode ser destacada na Tabela 1. Em 2015, o PIB dos países-membros do BRICS compunha 20,33% do PIB mundial e a sua população correspondia a 42,64% da população mundial. De acordo com o Ministério das Relações Exteriores (MRE) (2016), entre 2002 e 2015, as exportações para o resto do mundo saltaram de US\$ 574 bilhões para, aproximadamente, US\$ 3 trilhões e as importações, para o mesmo período, cresceram de US\$ 477 bilhões para, aproximadamente, US\$ 2,5 trilhões.

**Tabela 1. Principais indicadores econômicos BRICS (2015)**

Países-membros	Brasil, China, Rússia, Índia e África do Sul
PIB	US\$ 16,68 trilhões (20,33% do PIB mundial)
População	3,07 bilhões de habitantes (42,64% da população mundial)
Exportações totais	US\$ 3,15 trilhões
Importações totais	US\$ 2,51 trilhões
Saldo comercial	US\$ 645 bilhões

Fonte: Ministério das Relações Exteriores (MRE) (2016). Elaborado pelos autores.

Além disso, o dinamismo econômico intrabloco pode ser visualizado de forma detalhada na Tabela 2. Analisando-se as exportações do Brasil para os demais países do BRICS, constata-se um aumento considerável entre os anos de 2002 e 2015, sobretudo no comércio com a China. Ademais, é possível perceber que os outros membros do BRICS também registraram um grande crescimento no comércio entre si. Por fim, é importante ressaltar que as exportações intrabloco saltaram de US\$ 26,7 bilhões, em 2001, para US\$ 223,4 bilhões, em 2015, um crescimento nominal superior a 700%.

**Tabela 2. Exportações intrabloco dos países do BRICS dos anos 2002 e 2015 (1.000.000 USD)**

Descrição	2002					2015				
	Brasil	China	Índia	Rússia	África	Brasil	China	Índia	Rússia	África
Brasil	0	2.521	654	1.253	478	0	35.608	3.617	2.464	1.354
China	1.466	0	2.671	3.521	1.311	44.339	0	13.396	33.217	30.226
Índia	361	1.532	0	738	470	3.099	9.577	0	1.612	3.814
Rússia	230	6.837	1.611	0	40	1.923	28.335	4.550	0	274
África	177	450	352	42	0	495	5.803	3.147	253	0
Total	26.714					223.460				

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do COMTRADE.

No que concerne aos possíveis efeitos da crise de 2008 sobre as exportações brasileiras, é possível perceber, com base na Tabela 3, que houve um grande impacto negativo sobre elas. Entre 2002 e 2008, as exportações brasileiras de produtos agrícolas para esses países apresentavam uma taxa de

crescimento elevada. Contudo, houve um decréscimo desse fluxo comercial em 2009, quando, então, foi possível sentir os efeitos da crise que se iniciou em 2008. Todavia, anos depois, é possível perceber que o Brasil ainda sente suas consequências. Considerando a taxa de crescimento média das exportações brasileiras para seus principais parceiros comerciais entre 2010 e 2015, verifica-se que essa foi maior que em 2009, mas ainda não tão elevada quanto a registrada antes da crise.

**Tabela 3. Crescimento médio das exportações brasileiras nos períodos 2002-2008 e 2010-2015, e no ano de 2009, para os países do BRICS e os principais parceiros brasileiros no comércio de produtos agrícolas da amostra**

	2002 - 2008	2009	2010 - 2015
China	39,1%	10,5%	18,3%
Rússia	24,9%	-33,4%	1,2%
Índia	39,8%	494,1%	15,5%
África do Sul	32,8%	-11,9%	4,5%
Holanda	17,5%	-20,4%	-0,4%
Estados Unidos	19,3%	-25,9%	7,8%
Alemanha	17,1%	-9,4%	2,0%
Japão	20,3%	-24,9%	9,1%
Bélgica	18,4%	-2,5%	-1,7%
Espanha	27,4%	-29,4%	3,8%
Arábia Saudita	24,6%	6,1%	7,9%
Venezuela	89,8%	-35,1%	7,6%
Irã	21,9%	19,7%	12,4%
Hong Kong	36,7%	11,8%	5,2%
França	16,1%	-15,7%	-4,2%
Reino Unido	13,3%	-8,6%	-3,5%
Itália	21,6%	-32,0%	0,9%
Egito	23,0%	0,7%	19,7%
Outros	22,0%	22,3%	5,4%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados de exportações do COMTRADE.

Uma exceção a essas constatações é a Índia que, em meio à crise de 2009, apresentou crescimento de 494% na importação de produtos básicos brasileiros. De acordo com Ghelfi (2015), o hoje ex-secretário de comércio exterior, Welber Barral, atribui o crescimento das exportações brasileiras para a Índia ao aumento da classe média indiana e ao desenvolvimento econômico do país. Banik e Padovani (2014) mostram que, mesmo durante os piores anos da recessão mundial (2007 a 2009), a Índia cresceu, em média, 6,7%. A China também parece não ter sentido tanto os efeitos da crise com relação às importações de produtos brasileiros e manteve uma taxa de crescimento nas importações de 10,5%.

No que se refere às exportações de produtos industrializados, os resultados da crise se tornam mais evidentes por meio de taxas mais negativas que as referentes às exportações de produtos agrícolas, conforme demonstrado na Tabela 4. Tal fato pode ter ocorrido em razão de a elasticidade-

renda dos produtos industrializados ser maior que a dos agrícolas. Em meio à crise, costuma-se ter falta de liquidez, fazendo com que haja uma retração no consumo. Dessa forma, com maior elasticidade-renda, o setor de industrializados costuma sentir mais os efeitos da crise. Também se observa a mesma tendência que a dos produtos básicos no que se refere à Índia, com uma taxa de crescimento, em 2009, de 105,9%. Da mesma forma que em relação aos básicos, os fluxos comerciais de exportações de industrializados para a China não sentiram tanto o efeito da crise como nos outros países.

**Tabela 4. Crescimento médio das exportações brasileiras nos períodos 2002-2008 e 2010-2015, e no ano de 2009, para os países do BRICS e os principais parceiros brasileiros no comércio de produtos industrializados da amostra**

	2002 - 2008	2009	2010 - 2015
China	39,2%	31,7%	9,5%
Índia	17,3%	105,9%	16,7%
África do Sul	24,0%	-34,6%	4,0%
Estados Unidos	9,4%	-45,7%	8,7%
Argentina	43,9%	-27,8%	3,1%
Holanda	36,1%	-24,2%	12,9%
Alemanha	27,8%	-39,5%	-2,0%
México	11,6%	-39,1%	5,7%
Chile	25,2%	-45,5%	8,4%
Japão	20,8%	-32,9%	6,2%
Itália	16,3%	-38,9%	5,4%
Reino Unido	14,4%	2,1%	-2,1%
Venezuela	36,8%	-26,0%	-6,4%
França	21,0%	-38,5%	0,3%
Outros	29,7%	-30,6%	3,3%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados de exportações do COMTRADE.

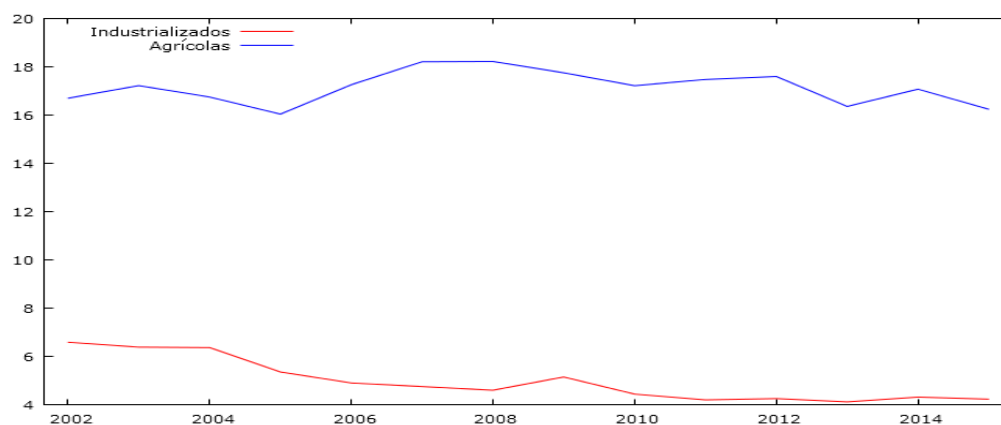
Os integrantes do BRICS, sobretudo China e Índia, parecem que estão voltando a um ritmo de crescimento maior de importações de produtos básicos brasileiros do que os outros países. Dessa forma, é possível evidenciar a importância desse grupo para as exportações brasileiras. Ademais, os membros do BRICS, principalmente China, têm confirmado cada vez mais sua importância para a economia mundial. E, em relação ao Brasil, é perceptível a relevância desses países nas exportações brasileiras. Seria favorável ao país, portanto, que os eventos formais e cúpulas fossem cada vez mais frequentes e continuassem com avanços significativos em negociações para promover o comércio entre os participantes do grupo. Ressalta-se que, segundo Andrade (2014), seria preciso acordos bem articulados entre os países, devido a interesses concorrentes, como no caso da produção de minério envolvendo o Brasil, a África do Sul e a Rússia.

## Análise da evolução das tarifas e das medidas TBT e SPS

Garrido (2004) mostra que, nos últimos anos, houve uma tendência mundial de queda nas tarifas. Da mesma forma, Thorstensen e Ferraz (2014) afirmam que isso ocorreu devido às diversas rodadas de negociação do GATT e da OMC. Assim, as barreiras não tarifárias (MNTs) assumiram relevância ao se tornarem principais obstáculos ao comércio internacional. Elas compreendem barreiras aduaneiras, técnicas, sanitárias e fitossanitárias, além de se revelarem entraves burocráticos ao comércio e representarem custos decorrentes das divergências regulatórias, segundo Thorstensen e Ferraz (2014).

Para a amostra dos países mencionados neste trabalho, com base na Figura 1, a tendência é mais sutil e aparece apenas nas tarifas dos industrializados, porém, corrobora a direção observada pelos autores citados.

Dessa forma, inseridas dentro das barreiras não tarifárias (MNTs), as medidas técnicas (TBT), sanitárias e fitossanitárias (SPS) têm apresentado tendência de crescimento nos últimos anos. Isso pode ser explicado, além de outros motivos, pela maior preocupação dos consumidores com relação à segurança e à qualidade dos produtos que são importados. Conforme Carneiro (2015), os acordos TBT e SPS, que normatizam esses temas no arcabouço jurídico da OMC, reiteram a necessidade de adoção dessas medidas por parte dos países-membros, porém proíbem a aplicação das mesmas caso criem obstáculos desnecessários ou disfarçados ao comércio.



**Figura 1. Média das tarifas entre 2002 e 2015 dos países da amostra**

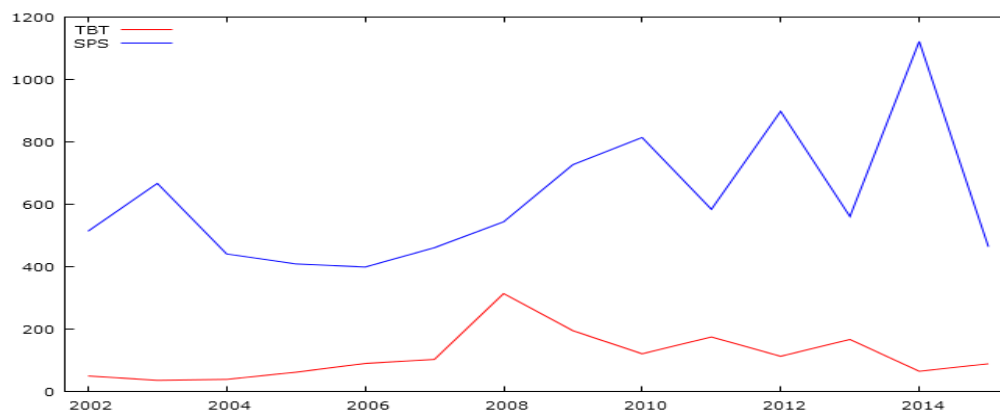
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do MACMAP.

Segundo Carneiro (2015), para minorar ou eliminar os efeitos negativos sobre o comércio internacional, não se deve considerar as MNTs como as tarifas. Por isso, não faz sentido pensar em eliminar ou reduzir a quantidade de MNTs. De acordo com WTO (2012), o problema se torna ainda mais grave diante do fato de que, para atingir um objetivo legítimo, o governo pode inserir uma medida que prejudique desnecessariamente, muitas vezes deliberadamente, o comércio. Ainda segundo o mesmo autor, dependendo da maneira como a medida é formulada, implementada e conduzida, os efeitos no comércio podem ser diversos. Dessa forma, um

instrumento aparentemente legítimo, colocado para objetivos supostamente válidos, pode ter como resultado um protecionismo ainda mais disfarçado.

Ressalta-se que há certa dificuldade de aplicação das medidas que, por vezes, faz com que seja preciso mudar os processos de produção. Desse modo, mesmo que elas sejam cientificamente justificáveis, podem se comportar como barreiras ao comércio.

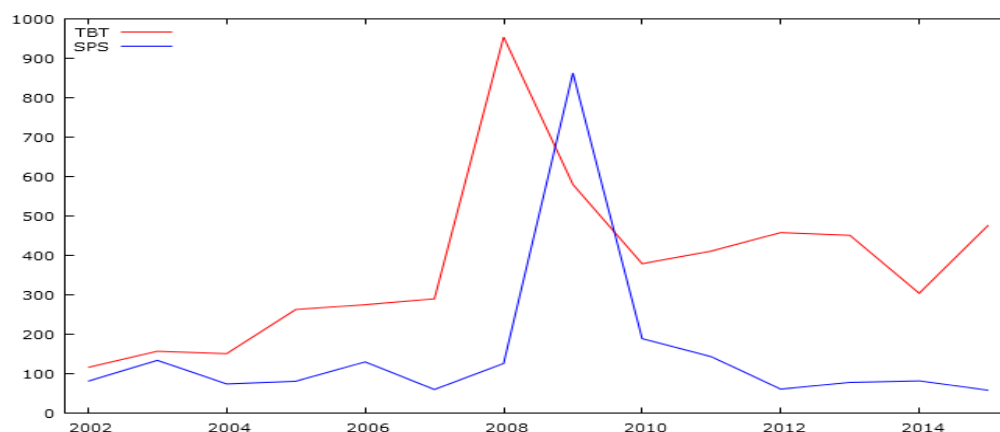
Essa tendência é percebida também na amostra de países selecionados no trabalho, de acordo com as Figuras 2 e 3, embora seja uma mudança sutil.



**Figura 2. Soma das medidas TBT e SPS dos países da amostra para os produtos agrícolas**

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da OMC.

Visualiza-se também o aumento das oscilações no volume das medidas, principalmente em decorrência da crise de 2008. Contudo, conforme mostra a Figura 3, tanto as medidas TBT quanto as SPS sofreram maiores alterações para produtos industrializados.



**Figura 3. Soma das medidas TBT e SPS dos países da amostra para os produtos industrializados**

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da OMC.

Uma das características perceptíveis é que a incidência de cada tipo de medida se difere entre os setores de produtos agrícolas e industrializados. Para o primeiro, a incidência de SPS é maior, enquanto que para o segundo a de TBT é maior.

Há, portanto, por um lado, uma tendência de diminuição das tarifas e de aumento das medidas técnicas, sanitárias e fitossanitárias. Ao contrário das tarifas, que, segundo Carneiro (2015), apresentam níveis de proteção facilmente mensuráveis e modificáveis, as medidas não tarifárias possuem análise mais complexa. Além disso, no período 2008-2009, auge da crise mundial, foi possível observar um aumento considerável das medidas técnicas, sanitárias e fitossanitárias. E, de acordo com Carneiro (2015), aumentou também outras formas disfarçadas de protecionismo. A partir dessa tendência mundial, se torna cada vez mais difícil garantir que essas medidas tenham objetivos legítimos e não causem impactos desnecessários ao comércio.

### **Modelos gravitacionais estimados**

As equações estimadas e os resultados apresentados nesta seção tiveram como base os desenvolvimentos teóricos do modelo gravitacional proposto por Anderson e van Wincoop (2003, 2004).

Antes da análise do modelo para os produtos agrícolas, é preciso esclarecer de que forma a recessão afetou esse setor nas exportações brasileiras. A partir da Tabela 5, infere-se que a crise atingiu as exportações brasileiras no setor agrícola principalmente em 2009, e sua interferência se manteve até 2010. Portanto, as variáveis *dummies* de crise para esse setor corresponderão aos anos de 2009 e 2010.

**Tabela 5. Crescimento das exportações brasileiras de produtos agrícolas para os países do BRICS e para os principais parceiros nos anos de 2008, 2009 e 2010**

	2008	2009	2010
China	88,26%	10,49%	24,88%
Rússia	23,58%	-33,41%	45,91%
Índia	38,33%	494,14%	-37,25%
África do Sul	-6,65%	-11,93%	-15,76%
Holanda	19,90%	-20,44%	-1,71%
Estados Unidos	15,99%	-25,90%	16,17%
Alemanha	31,38%	-9,36%	-3,33%
Japão	47,16%	-24,94%	31,69%
Bélgica	11,63%	-2,51%	-6,58%
Espanha	11,52%	-29,38%	11,68%
Arábia Saudita	46,15%	6,11%	30,35%
Venezuela	134,79%	-35,06%	38,47%
Irã	-41,27%	19,69%	89,62%
Hong Kong	47,27%	11,78%	-14,59%
França	29,70%	-15,72%	-17,89%
Reino Unido	14,26%	-8,58%	10,13%
Itália	10,64%	-31,97%	8,02%
Egito	13,20%	0,67%	77,76%
Outros	28,73%	22,35%	13,29%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados de exportações do COMTRADE.

Verifica-se, com base na Tabela 6, que os coeficientes relativos ao PIB do Brasil ( $\ln Y_{it}$ ), ao PIB dos países importadores ( $\ln E_{jt}$ ) e à língua ( $ling_{ij}$ ) apresentaram significância estatística de 1%. Isso indica que um aumento em 1% no PIB do país exportador gera uma expansão de, em média, 0,37% nas exportações agrícolas, enquanto um aumento em 1% no PIB dos importadores gera um crescimento, em média, de 0,90% nas exportações do mesmo setor. Dessa forma, para impulsionar as exportações brasileiras de agrícolas, o PIB dos países importadores se torna mais relevante do que o crescimento do PIB brasileiro.

**Tabela 6. Tarifas, medidas SPS e TBT e efeito-BRICS sobre as exportações brasileiras de produtos agrícolas no período de 2002 a 2015**

Variáveis	Coefficientes
$\ln Y_{it}$	0,3799*** (0,0608)
$\ln E_{jt}$	0,9024*** (0,0803)
$ling_{ij}$	0,6443*** (0,1289)
$contig_{ij}$	0,7832*** (0,1167)
$colônia_{ij}$	-0,9833*** (0,1388)
ARC	-1,1763** (0,1640)
$SPS_{it}$	-0,0033*** (0,0011)
$TBT_{it}$	0,0021 <sup>ns</sup> (0,0014)
Lndist	0,2423* (0,1312)
Lntarifa	-0,0023 <sup>ns</sup> (0,4247)
DCrise0910	-0,0754* (0,0386)
BRICS	-0,7117*** (0,1512)
Bricrise0910	0,1598* (0,0821)
Observações	644
Pseudo R <sup>2</sup>	0,9711

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: os valores entre parênteses se referem ao erro padrão das estimativas e os sobresscritos \*\*\*, \*\*, \* e NS denotam, respectivamente, significância a 1%, 5%, 10% e não significativo.

No que se refere à língua, o coeficiente apresentou o sinal esperado, porque países com o mesmo idioma tendem a comercializar mais produtos entre si. Nesse sentido, países em que se fala a mesma língua do Brasil importam, em média, 90,46% mais do que os outros. Por outro lado, o coeficiente da tarifa (Lntarifa) não foi significativo.

A variável *dummy* para contiguidade, *contig*, apresentou sinal esperado e significância estatística de 1%. Verificou-se que países que fazem fronteira com o Brasil comercializam 118% mais produtos agrícolas.

A *dummy* colônia foi significativa a 1%, porém apresentou sinal contrário ao esperado. Portugal, que teve relações coloniais com o Brasil, comercializa 62,59% menos com o país no setor de produtos agrícolas.



Por sua vez, o coeficiente da variável *dummy* de acordos regionais de comércio (ARC) tentou captar o efeito do Mercosul sobre as exportações brasileiras. Nesse sentido, ele foi significativo a 5% e apresentou fator negativo, o que indica que países pertencentes ao Mercosul importam produtos agrícolas, em média, 69,15% menos do que os demais. Esse resultado pode ser explicado devido à pequena porcentagem, que, segundo o Mercosul (2016), corresponde a apenas 13%, de produtos agrícolas inseridos nas exportações do Brasil para o bloco. Ademais, esses países são também grandes produtores agrícolas.

O coeficiente da variável SPS ( $SPS_{it}$ ) foi significativo a 1%, enquanto as variáveis TBT não foram significativas. O resultado das SPS sugere que um aumento em 1 unidade na quantidade de medidas gera, em média, uma diminuição de US\$ 3,3 milhões nas exportações brasileiras de bens agrícolas. Por vezes, mesmo que as medidas técnicas tenham sido cientificamente justificáveis, elas podem gerar barreiras ao comércio devido à dificuldade de se implementar as exigências nos processos de produção.

O coeficiente da distância (Indist) foi significativo a 10% e apresentou sinal positivo, o que não era esperado. Esperava-se que tivesse relação negativa com as exportações. Nesse sentido, o resultado sugere que um aumento em 1% na distância entre os países resulta em um crescimento, em média, de 0,24% nas exportações de produtos agrícolas. Isso pode ser explicado pela quantidade reduzida desses produtos, se comparada com a de industrializados, que se comercializa com países da América do Sul, isto é, localizados perto do Brasil. Tal fato pode ser justificado em razão de os países sul-americanos, assim como o Brasil, exportarem principalmente produtos agrícolas. Por outro lado, as exportações brasileiras de tais produtos são voltadas sobretudo para China, Holanda, Estados Unidos e Rússia, ou seja, países que se encontram mais distantes do Brasil.

Vale ressaltar que a amostra construída neste trabalho é relativamente pequena em comparação ao padrão normalmente utilizado para estimação do modelo gravitacional, por se tratar aqui de apenas um exportador, o Brasil, e considerando os demais países como importadores. Quando se trabalha com vários países atuando tanto como exportadores quanto como importadores, o padrão de amostra obtido é maior, o que deixa as estimativas dos coeficientes menos sensíveis ao tamanho da mesma. Contudo, tendo em vista que boa parte dos demais resultados alcançados encontram-se de acordo com a teoria ou com as justificativas para os valores obtidos, acredita-se que, de modo geral, a amostra construída permitiu atender aos objetivos do trabalho.

No que concerne aos coeficientes das variáveis BRICS, DCrise0910 e Bri-Crise0910, eles foram significativos a 1%, 10% e 10%, respectivamente. Contudo, não se confirmou a hipótese de que haja um “efeito-BRICS” sobre as exportações de produtos agrícolas. Nesse sentido, o resultado indica que os países pertencentes ao BRICS importam produtos agrícolas, em média, 50,92% menos do que em relação aos outros países. Esse resultado pode ser explicado devido ao fato de a análise ser feita pelo agregado do grupo BRICS, sendo que os principais importadores de produtos agrícolas

são China e Rússia, ocupando 1ª e 4ª posições, respectivamente. Por outro lado, a Índia ocupa a posição 21ª e a África do Sul, a 32ª. Dessa forma, mesmo que China e Rússia sejam grandes importadores de produtos agrícolas, a Índia e a África do Sul não são tão importantes nesse contexto e puxaram a média para baixo.

Quanto ao coeficiente da variável referente à crise, o resultado mostra que o período de recessão diminuiu, em média, 7,26% das exportações brasileiras de agrícolas. Contudo, a hipótese de aumento da participação do BRICS nas exportações brasileiras durante a crise (Bricrise0910) foi confirmada e sugere um crescimento, em média, de 17,32%. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que, com a recessão, os países centrais diminuíram de forma expressiva o ritmo de absorção. Por outro lado, quanto ao BRICS, de modo geral, houve uma diminuição das importações, mas não tão significativa quanto a dos outros países, sobretudo devido à China e Índia, que conseguiram manter um alto índice de crescimento mesmo durante a crise.

Para poder definir em quais anos as *dummies* relativas à crise assumirão o valor um para os produtos industrializados, é necessário verificar a influência da recessão sobre as exportações brasileiras desse setor.

**Tabela 7. Crescimento das exportações brasileiras de produtos industrializados para os países do BRICS e para os principais parceiros nos anos de 2008, 2009 e 2010**

	2008	2009	2010
China	35,26%	31,70%	68,02%
Índia	8,45%	105,91%	43,25%
África do Sul	2,68%	-34,63%	13,69%
Estados Unidos	8,76%	-45,72%	23,38%
Argentina	22,20%	-27,78%	44,72%
Holanda	17,20%	-24,22%	56,44%
Alemanha	19,44%	-39,53%	53,66%
México	0,56%	-39,11%	38,16%
Chile	11,51%	-45,52%	56,37%
Japão	38,88%	-32,88%	87,21%
Itália	5,21%	-38,94%	56,39%
Reino Unido	15,59%	2,10%	30,71%
Venezuela	-22,26%	-26,01%	-15,05%
França	12,78%	-38,53%	55,51%
Outros	63,96%	-30,61%	70,45%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados de exportações do COMTRADE.

É possível perceber, pela Tabela 7, que a crise afeta apenas o ano de 2009 e, dessa forma, a *dummy* a ela referente será inserida apenas no respectivo ano. Um dos motivos pode ter sido a elasticidade-renda dos produtos manufaturados, que é maior do que a dos agrícolas. Desse modo, o setor de industrializados sentiu mais a crise. Contudo, com o início do aumento do comércio internacional, as exportações desses produtos cresceram mais.

Os coeficientes das variáveis referentes ao PIB do país exportador ( $\ln Y_{it}$ ) e ao PIB do país importador ( $\ln E_{jt}$ ) foram significativos a 1% (Tabela 8). O resultado sugere que um aumento de 1% no PIB do país exportador gera, em média, um crescimento de 0,50% nas exportações de industrializados, enquanto um acréscimo de 1% no PIB dos países importadores gera, em média, uma expansão de 0,78% nas exportações brasileiras do mesmo setor. Dessa forma, para impulsionar as exportações brasileiras de industrializados, o PIB dos países importadores se torna mais relevante do que o crescimento do PIB brasileiro.

Os coeficientes das variáveis língua ( $ling_{ij}$ ), ARC e SPS ( $SPS_{it}$ ) não foram significativos. Já o coeficiente da variável TBT ( $TBT_{it}$ ) apresentou 1% de significância estatística, indicando que um aumento em 1 medida TBT gera, em média, uma redução no comércio de US\$ 3,9 milhões no que tange às exportações brasileiras de industrializados. Uma explicação para a variável SPS ter sido significativa apenas nos produtos agrícolas, e a variável TBT nos produtos industrializados, pode estar relacionada ao tipo de medidas que incidem com mais frequência nesses setores. Pelo fato de o setor de agrícolas abranger produtos mais perecíveis, ele exige maiores cuidados com a questão sanitária, contida nas medidas SPS. Entre elas, estão aquelas voltadas para a proteção da vida e da saúde humana e animal contra riscos provenientes de doenças, pragas, agrotóxicos, entre outros. Por outro lado, os produtos industrializados, de forma geral, apresentam menos problemas em relação à perecibilidade e mais questões técnicas de rotulagem e forma de embalagem, que, por sua vez, se referem a medidas aplicadas aos processos e métodos de produção. O resultado mostra que as SPS e as TBT podem, por vezes, restringir o comércio, devido à dificuldade de adequação às medidas, principalmente em países em desenvolvimento.

A variável de contiguidade, *contig*, apresentou coeficiente positivo e significativo a 5%. Países que fazem fronteira com o Brasil revelaram fluxos de industrializados superiores em 55,87%.

O coeficiente da variável relativa à distância (*Indist*) foi significativo a 1%, o que sugere que um aumento em 1% na distância entre os países gera, em média, uma diminuição de 0,55% nas exportações brasileiras de industrializados. Esse resultado foi diferente para os produtos agrícolas, porque, nas exportações de industrializados, os países localizados na América do Sul se tornam parceiros importantes. Por outro lado, nas exportações agrícolas, os países sul-americanos ocupam posições menos relevantes em relação aos principais parceiros.

**Tabela 8. Tarifas, medidas SPS e TBT e efeito-BRICS sobre as exportações brasileiras de produtos industrializados no período de 2002 a 2015**

Variáveis	Coefficientes
$\ln Y_{it}$	0,5027*** (0,0795)
$\ln E_{jt}$	0,7829*** (0,0881)
$ling_{ij}$	-0,7976*** (0,2155)
$contig_{ij}$	0,4439** (0,2123)
$colônia_{ij}$	-0,0795 <sup>ns</sup> (0,2239)
ARC	0,1128 <sup>ns</sup> (0,2715)
$SPS_{it}$	0,0014 <sup>ns</sup> (0,0019)
$TBT_{it}$	-0,0039*** (0,0009)
Lndist	-0,5564*** (0,0589)
Lntarifa	1,7823*** (0,5767)
DCrise09	-0,2799*** (0,1063)
BRICS	-0,1419 <sup>ns</sup> (0,3556)
Bricrise09	0,3874*** (0,1393)
Observações	518
Pseudo R <sup>2</sup>	0,9533

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: os valores entre parênteses se referem ao erro padrão das estimativas e os sobrecritos \*\*\*, \*\*, \* e NS denotam, respectivamente, significância a 1%, 5%, 10% e não significativo.

O coeficiente de tarifa foi significativo a 1%, porém apresentou sinal contrário ao esperado. Nesse sentido, um aumento em 1% nas tarifas gera, em média, um crescimento de 1,78% nas exportações brasileiras de produtos industrializados. Uma explicação para esse resultado seria a de que os principais países importadores de produtos industrializados, como Estados Unidos, China, Holanda, Alemanha e México, possuem tarifas mais altas.

Quanto aos coeficientes relativos às variáveis BRICS e Bricrise09, o primeiro mostrou-se não significativo e o segundo apresentou significância estatística de 1%. O coeficiente da variável *dummy* de crise (DCrise09) foi significativo a 1%, o que indica que, no período de recessão, houve um decréscimo de, em média, 24,41% nas exportações brasileiras de produtos indus-

trializados. Essa grande queda pode ser explicada devido à alta elasticidade-renda que esses produtos possuem.

O coeficiente da variável *dummy* do BRICS não foi significativo e, portanto, não se pode afirmar que houve um “efeito-BRICS” para as exportações de industrializados. Esse resultado não era esperado, tendo em vista a importância dos países do BRICS no comércio desses produtos.

O coeficiente da variável *dummy* do BRICS na crise (Bricrise09) foi significativo a 1%, o que indica que as exportações brasileiras de industrializados para os países do grupo foi 47,31% superior à média da amostra. Da mesma forma que para os produtos agrícolas, o ritmo de absorção dos países centrais diminuiu. Todavia, a redução do BRICS foi menor, fazendo com que seus membros importassem, comparativamente, mais produtos industrializados, mesmo em crise. Nesse sentido, a hipótese de aumento da participação do BRICS nas exportações brasileiras de industrializados, no período de crise, foi confirmada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expansão comercial do Brasil, na década de 2000, foi essencial para que o país contornasse a situação de restrição externa que vivia desde o início da década de 1980. Grande parte desse crescimento ocorreu devido ao aumento da importância do BRICS mundialmente, sobretudo da China.

À vista disso, os países que compõem o BRICS são heterogêneos em relação à participação de cada um na pauta das exportações brasileiras. No que tange aos produtos agrícolas, a China e a Rússia são grandes importadores. Por outro lado, quanto aos produtos industrializados, apenas a China ocupa relevância nas exportações brasileiras desse setor. Dessa forma, Índia e África do Sul possuem papel secundário e, por isso, em relação aos produtos agrícolas, o grupo teve menor importância do que os demais países da amostra na absorção das exportações desse setor.

Sendo assim, este trabalho mostra a necessidade de o Brasil se aprofundar nas relações com a África do Sul e a Índia, sobretudo com o segundo país, que vem apresentando taxas altas de crescimento e que, em 2015, cresceu 7,5%, enquanto a China cresceu 6,9%, conforme dados do *World Bank* (Banco Mundial). A previsão para 2016 é de que a Índia continue crescendo mais que a China, de acordo com a *The Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)* (2015) (Índia, 7,3% e China, 6,5%).

Por conseguinte, não se confirmou a hipótese da existência de um “efeito-BRICS” sobre as exportações tanto de produtos agrícolas quanto de industrializados. Todavia, no período da crise, observa-se que o BRICS teve papel importante em manter a dinâmica do mercado exportador do Brasil.

Com relação às medidas SPS e TBT, foi possível perceber de que forma incidem sobre produtos agrícolas e industrializados. As SPS têm maior incidência sobre os agrícolas em razão de abrangerem uma grande parte de produtos perecíveis, havendo, portanto, necessidade de maiores cuidados com a questão sanitária. Em contrapartida, as TBT têm maior incidên-

cia sobre os industrializados, uma vez que não compreendem tantos produtos perecíveis e, dessa forma, necessitam de maior cuidado quanto à rotulagem, embalagem, entre outros. Além disso, o resultado mostra que, por vezes, as medidas podem restringir o comércio, devido à dificuldade de adequação às normas, principalmente em países em desenvolvimento.

No que concerne às tarifas, só foi possível perceber sua influência nos produtos industrializados. Mesmo assim, o resultado não correspondeu ao esperado, uma vez que o sinal se mostrou positivo. Não obstante, uma possível explicação para isso seria a de que os principais países importadores de produtos industrializados, como Estados Unidos, China, Holanda, Alemanha e México, possuem tarifas mais altas.

Adicionalmente, também é possível perceber que o comércio com o BRICS foi uma das razões que fez com que o Brasil não sentisse tanto a crise de 2008. Isso posto, sugere-se que a relação com o grupo seja aprofundada, principalmente em momentos de crise da economia brasileira. Assim, acordos com a finalidade de aumentar o comércio entre os países-membros podem ser firmados para possibilitar que o grupo, um dia, se torne um bloco oficial. Se isso acontecer, a economia brasileira pode se beneficiar bastante, dado o aumento da importância econômica desses países no mundo. Vale ressaltar que esses acordos precisam ser bem articulados, porque tais países apresentam, em alguns setores, interesses concorrentes.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernanda Maria de; GOMES, Marília F. Maciel; SILVA, Orlando Monteiro da. Notificações aos acordos TBT e SPS: diferentes objetivos e resultados sobre o comércio internacional de agroalimentos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 52, n. 1, p. 157-176, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032014000100009>>. Acesso em: 1 dez. 2016

ANDERSON, James E.; VAN WINCOOP, Eric. Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle. *American Economic Review*, Nashville, v. 93, n. 1, p. 170-192, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1257/000282803321455214>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

ANDERSON, James. E.; VAN WINCOOP, Eric. Trade costs. *Journal of Economic Literature*, [s.l.], v. 42, n 3, p. 691-751, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3386/w10480>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

ANDRADE; George Bronzeado de. Banco dos BRICS: a institucionalização de um novo organismo internacional para o desenvolvimento sustentável das nações emergentes. Uma esfinge a ser decifrada. In: SEMINÁRIO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS (ABRI): GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO, 2., 2014, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: [s.n.], 2014. Disponível em: <[http://www.seminario2014.abri.org.br/resources/anais/21/1407030812\\_ARQUIVO\\_ArtigoparaABRI2014-GeorgeBronzeadodeAndrade.pdf](http://www.seminario2014.abri.org.br/resources/anais/21/1407030812_ARQUIVO_ArtigoparaABRI2014-GeorgeBronzeadodeAndrade.pdf)>.

Acesso em: 01 dez. 2016.

ANDRADE, Rafael Leite Pinto de. *Consequências Positivas das Barreiras Não-Tarifárias no Comércio Internacional de Produtos do Agronegócio: o caso da cadeia da carne bovina*. 2007. 208 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Área de Concentração em Instituições, Mercado e Regulação, UFRRJ, Rio de Janeiro, 2007.

BALDWIN, Richard.; TAGLIONI, Daria. Gravity chains: Estimating bilateral trade flows when parts and components trade is important. *Journal of Banking and Financial Economics*, [s.l.], v. 2, p. 61-82, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3386/w16672>>. Acesso em: 20 out. 2017.

BALDWIN, Richard.; TAGLIONI, Daria. Gravity for dummies and dummies for gravity equations. *National Bureau of Economic Research*, London, 2006. (CEPR Discussion Paper, 5850). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3386/w12516>>. Acesso em: 20 out. 2017.

BANIK, Arindan.; PADOVANI, Fernando. Índia em transformação: o novo crescimento econômico e as perspectivas pós-crisis. *Revista de Sociologia e Política*, v. 22, n. 50, p. 67-93, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-987314225006>>. Acesso em: 29 nov. 2016.

BRITO, Lélis Maia; SILVA, Orlando Monteiro. Política agrícola brasileira e os acordos SPS e TBT da OMC Padronização ou proteção? *Revista de Política Agrícola*, [s.l.], v. 25, n. 2, p. 103-122, 2016.

CARNEIRO, Flávio. L. Medidas não tarifárias como instrumento de política comercial: o conceito, sua importância e as evidências recentes de seu uso no Brasil. *Texto para Discussão do Ipea*, 2135, Brasília, 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/buoML2>>. Acesso em: 3 dez. 2016.

CHENG, I-Hui. WALL, Howard J. Controlling for heterogeneity in gravity models of trade and integration. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, [s.l.], v. 87, n. 1, p. 49-63, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.3886/ICPSR01313.v1>>. Acesso em: 07 dez. 2016.

GARRIDO, Alexandre Eliasquevitch. *O Brasil e as barreiras técnicas ao comércio internacional – O cenário atual*. 2004. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2004.

GHELFI, Renato. *Em período de expansão, Índia amplia compras de mercadorias brasileiras*. Disponível em: <<http://www.dci.com.br/economia/em-periodo-de-expansao,-india-amplia-compras-de-mercadorias-brasileiras-id512813.html>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

INMETRO. *Manual de Barreiras Técnicas às Exportações*. Conceitos fundamentais e serviços oferecidos pelo Inmetro. 4. ed. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <[http://inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/Manual\\_BarrTec2014.pdf](http://inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/Manual_BarrTec2014.pdf)>. Acesso em: 17 abr. 2016.

LIMA, Melina Moreira Campos. BRICS: Entrada da África do Sul no agrupamento e as consequências para o bloco e para o Brasil. In: SEMANA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA POLÍTICA, 1., 2011, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCAR, 2011.

MARKET ACCESS MAP (MACMAP). UNCTAD/WTO. Disponível em: <<http://www.macmap.org>>. Acesso em: 21 mai. 2016.

MENDONÇA, Talles Girardi de. *Efeitos da heterogeneidade institucional sobre o comércio bilateral de produtos agropecuários, 2005 a 2009*. 2011. 124 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

MERCOSUL. Saiba mais sobre o MERCOSUL. Disponível em: <[www.mercosul.gov.br/saiba-mais-sobre-o-mercosul#DADOSGERAIS](http://www.mercosul.gov.br/saiba-mais-sobre-o-mercosul#DADOSGERAIS)>. Acesso em: 10 mai. 2016.

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES (MRE). Divisão de Inteligência Comercial – DIC. *Comércio exterior*. BRICS. Brasília, nov. 2016. Disponível em: <<https://investexportbrasil.dpr.gov.br/arquivos/IndicadoresEconomicos/web/pdf/ComExtBRICS.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2016.

OECD. *Economic Outlook for Southeast Asia, China and India 2016*. Enhancing Regional Ties. 2015. Disponível em: <[http://www.oecd.org/dev/asia-pacific/SAEO2016\\_Overview%20with%20cover%20light.pdf](http://www.oecd.org/dev/asia-pacific/SAEO2016_Overview%20with%20cover%20light.pdf)>. Acesso em: 06 dez. 2016.

REIS, Maria Edileuza Fontenele. BRICS: surgimento e evolução. In: PIMENTEL, V. S. (Org.). *O Brasil, os Brics e a agenda internacional*. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2012. p. 31-47.

SANTOS SILVA, J. M. C.; TENREYRO, Silvana. The log of gravity. *The Review of Economics and Statistics*, Cambridge, v. 88, n. 4, p. 641-658, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1162/rest.88.4.641>>. Acesso em: 21 nov. 2016.

SHEPHERD, Ben; WILSON, John S. Trade facilitation in ASEAN member countries: measuring progress and assessing priorities. *Journal of Asian Economics*, [s.l.], v. 20, n. 4, p. 367-383, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.asieco.2009.03.001>>. Acesso em: 30 nov. 2016.



SOUZA, Maurício Jorge Pinto. *Impactos da facilitação sobre os fluxos de comércio internacional: evidências do modelo gravitacional*. 2009. 106 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

SOUZA, Nali de Jesus. Conceito e aplicação da teoria da base econômica. *Perspectiva Econômica*, [s.l.], v. 10, n. 25, p. 117-130, 1980.

THORSTENSEN, Vera.; FERRAZ, Lucas. P. C. (Coords). *O Brasil e os novos acordos preferenciais de comércio: o peso das barreiras tarifárias e não tarifárias*. São Paulo: Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI), mar. 2014. Disponível em: <[http://www.iedi.org.br/anexos\\_legado/533dbc3b1b3d08f0.pdf](http://www.iedi.org.br/anexos_legado/533dbc3b1b3d08f0.pdf)>. Acesso em: 01 dez. 2016.

THORSTENSEN, Vera; RAMOS, Daniel; MÜLLER, Carolina; NOGUEIRA, Thiago. Os Brics como atores na organização mundial do comércio. In: THORSTENSEN, V; OLIVEIRA, I. T. M. (Org.), *Os BRICS na OMC: políticas comerciais comparadas de Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul*. Brasília: Ipea, 2012. p. 17-27.

TRADING ECONOMICS. *Indicadores*. Disponível em: <<https://pt.tradingeconomics.com/>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

UNCOMTRADE (United Nations Commodity Trade Statistics). *Commodity data availability*. Disponível em: <<http://comtrade.un.org/>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

WORLD BANK. *World Development Indicators*. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

WORLD TRADE ORGANIZATION (WTO). *I-TIP Goods: Integrated analysis and retrieval of notified non-tariff measures*. Disponível em: <<http://i-tip.wto.org/goods/Default.aspx>>. Acesso em: 17 mai. 2016.

WORLD TRADE ORGANIZATION (WTO). *Technical Information on Technical barriers to trade*. Disponível em: <[https://www.wto.org/english/tratop\\_e/tbt\\_e/tbt\\_info\\_e.htm](https://www.wto.org/english/tratop_e/tbt_e/tbt_info_e.htm)>. Acesso em: 19 nov. 2016.



Revista de Economia e Agronegócio - REA  
ISSN impresso: 1679-1614  
ISSN online: 2526-5539  
Vol. 16 | N. 1 | 2018

**Murilo Rossetto**<sup>1\*</sup>  
**Carlos Rosano-Peña**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Brasília,  
Programa de Pós-Graduação em  
Agronegócios, Brasília, Brasil

\* [murilo.rossetto@hotmail.com](mailto:murilo.rossetto@hotmail.com)

## A PRODUTIVIDADE E O IMPACTO DA LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO NA EFICIÊNCIA DA SOJICULTURA BRASILEIRA

### RESUMO

A sojicultura tornou-se uma atividade de grande impacto sobre as exportações e sobre o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. No entanto, um dos principais desafios da atividade se destringe nos elevados custos logísticos de distribuição, os quais acabam prejudicando a competitividade. Nesse contexto, este estudo buscou estimar a eficiência, o impacto da logística de distribuição em seu desempenho e a evolução da produtividade nos principais municípios sojicultores brasileiros, desde o ano de 2007 até o ano de 2014, por meio da Análise Envoltória de Dados, da abordagem metafronteira, do teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney* e do Índice de Malmquist. Os resultados indicam que apenas quatro municípios se mantiveram na fronteira eficiente durante os distintos cenários delineados no presente estudo: Sorriso, Sapezal, Rio Verde e Barreiras. Foi constatado que, em média, a eficiência "dentro da fazenda" (primeiro cenário) corresponde a, aproximadamente, 82% do que poderia ser, e, com a inclusão dos custos logísticos (segundo cenário), a eficiência passa a ser algo em torno de 62% da produtividade máxima. Os resultados confirmam o impacto dos custos logísticos de distribuição na eficiência da sojicultura, indicando que a solução dos gargalos logísticos poderia elevá-la em, aproximadamente, 20%. Esses resultados revelam a necessidade de intervenções que visem a melhorar a competitividade da sojicultura.

**Palavras-chave:** Eficiência; Sojicultura; Logística de Distribuição; Análise Envoltória de Dados; Índice de Malmquist.

### ABSTRACT

Soybean has become an activity with a large impact on exports and the Brazilian Gross Domestic Product (GDP). However, one of the sector's main challenges is the high costs of the distribution logistics, which undermine the competitiveness of soybeans. In this context, the present work estimated frontiers of the efficiency and evaluated the productivity of the main municipalities of Brazilian soybean production, using the Data Envelopment Analysis, the meta-frontier approach, the test of *Wilcoxon-Mann-Whitney* and the Malmquist Index. The results indicate that only four municipalities remained at the efficient frontier during both scenarios: Sorriso, Sapezal, Rio Verde and Barreiras. On average, efficiency "on the farm" (1st scenario) is approximately 82% of what it could be, and with the inclusion of logistical costs of distribution (2nd scenario) efficiency is around 62% of the maximum productivity. The results also confirm the impact of the logistic costs of distribution on soybean efficiency, indicating that the solution of the logistic bottlenecks could increase soybeans efficiency by approximately 20%. These results reveal the need for interventions aimed at improving soybeans' competitiveness.

**Keywords:** Efficiency; Soybean; Distribution Logistics; Data Envelopment Analysis; Malmquist Index.

**JEL Code:** C14; D24; Q12; R15.

Recebido em: 13/07/2017  
Revisado em: 21/11/2017  
Aceito em: 30/11/2017



## INTRODUÇÃO

A relevância do complexo soja (grão, farelo e óleo) na economia nacional pôde ser observada a partir dos dados da balança comercial de 2016, que demonstram que essa atividade representou 29,93% das exportações agrícolas, liderando as vendas à frente de setores como o de carnes, café, complexo sucroalcooleiro e produtos florestais (AGROSTAT, 2017). Segundo estudo da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais - ABIOVE, a China e a União Europeia, principais destinos das exportações, foram responsáveis, respectivamente, por aproximadamente 59% e 19% das compras do complexo soja no período de janeiro a outubro do ano de 2016 (ABIOVE, 2017).

No entanto, um dos principais desafios do setor é o alto custo logístico, associado a um conjunto de dificuldades estruturais, burocráticas e econômicas que limitam a competitividade da sojicultora. Ao se tratar de eficiência, Tavares (2004) aponta que o custo de produção da soja brasileira comparada à americana é 28% menor, considerando apenas os custos na propriedade. Contudo, à medida que a análise se expande pela cadeia produtiva, o ônus agregado da infraestrutura logística encarece o produto brasileiro a ponto de a produção americana ser 24% mais viável economicamente. Correa e Ramos (2010) complementam que a infraestrutura logística atual brasileira é deficitária e agrega um alto custo ao produto quando comparada a concorrentes diretos como Estados Unidos (EUA) e Argentina. Nesse contexto, o objetivo principal deste artigo é estimar a eficiência, o impacto da logística de distribuição em seu desempenho e a evolução da produtividade nos principais municípios sojicultores brasileiros, desde o ano de 2007 até o ano de 2014.

Atualmente, o agronegócio é uma atividade econômica relevante para o desenvolvimento brasileiro, tanto do ponto de vista econômico quanto acadêmico e político. Dada tal importância, demandam-se estudos pertinentes à eficiência e à produtividade das fazendas, bem como à eficiência na gestão logística para a distribuição dessa oleaginosa, o que pode ser considerado fator preponderante para a competitividade da respectiva cadeia. Estudos já realizados, como o de Correa e Ramos (2010), apresentam somente o problema da logística para o escoamento da produção e não relatam a questão da eficiência e nem quanto a mesma pode ser impactada por esses custos logísticos de distribuição.

Sendo assim, do ponto de vista acadêmico, suscita-se que a análise de um tema atual e de tal notoriedade possa abrir a possibilidade de pesquisas mais aprofundadas sobre a relevância da eficiência para a produção de *commodities*, assim como da delimitação de regiões propícias para cada cultura, além do impacto da logística de distribuição na concorrência global. O tema deste trabalho pode ser considerado relevante para o meio acadêmico, na medida em que as informações aqui expostas podem ser utilizadas para reflexões relacionadas a organização, estratégia, conduta e desempenho de empresas inseridas nesse mercado. Além da importância no contexto econômico e acadêmico, este artigo também buscou fornecer informações de

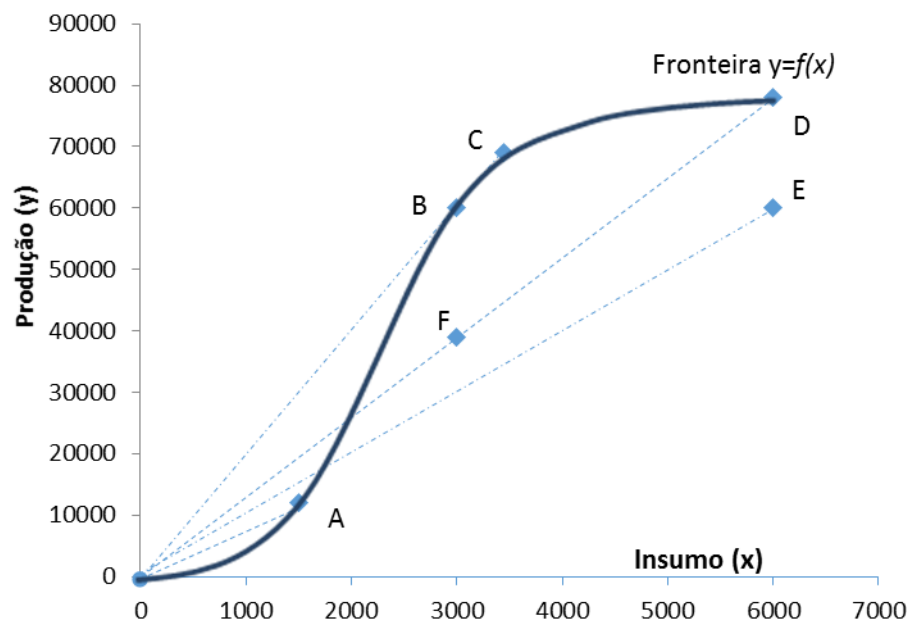
cunho político, com o objetivo de fomentar a elaboração de políticas públicas direcionadas à sojicultura e condizentes com a estrutura logística no país. As informações também poderão ser fornecidas aos sojicultores, com o intuito de orientá-los quanto às melhores práticas empregadas e demais noções correlatas ao desempenho na lavoura.

## REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLOGIA

A sojicultora, assim como qualquer ação produtiva, é uma atividade caracterizada como um processo que utiliza múltiplos fatores produtivos (insumos, recursos humanos, terra e capital) e gera produtos, neste caso, o grão de soja. Na literatura econômica, esse processo é caracterizado pelo Conjunto de Possibilidade de Produção (CPP). O CPP é definido pela totalidade de combinações de insumos ou *inputs* ( $x$ ) utilizados e pelo conjunto de *outputs* ( $y$ ) resultantes da transformação desses insumos nas  $i$  unidades tomadoras de decisão observadas (*Decision Making Units - DMUs*) num determinado período de tempo (ROSANO-PENÑA et al., 2013). Formalmente,

$$\text{CPP} = \{(x, y): x \text{ pode produzir } (y) \wedge x, y \geq 0\}.$$

As propriedades clássicas do CPP, formuladas por Grosskopf (1986), determinam um espaço multidimensional formado por uma fronteira e pelos eixos das variáveis envolvidas ( $x, y$ ). Para o caso mais simples, com apenas um insumo para produzir um produto, o CPP pode ser visualizado na Figura 1. O espaço entre a fronteira  $y=f(x)$  e o eixo dos insumos ( $x$ ) indica o CPP que, portanto, é definido por  $y_i \leq f(x)$ .



**Figura 1. Fronteira do CPP**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para Farrell (1957), a fronteira do CPP é formada pelo maior nível de produção possível com um determinado vetor *input*, ou, analogamente, pela menor quantidade de *inputs* plausível para produzir um dado vetor *output*. Isso quer dizer que as DMUs eficientes constituem a fronteira e as ineficientes colocam-se abaixo dela. Portanto, na Figura 1, os pontos correspondentes às unidades produtivas “A”, “B”, “C” e “D” retratam níveis de produção eficientes, enquanto que os pontos “E” e “F” representam DMUs ineficientes. Desse modo, os índices de ineficiência podem ser obtidos a partir da distância que separa a unidade da fronteira eficiente, ou seja, por meio da comparação das unidades produtivas com as DMUs eficientes.

Daí surge, segundo Farrell (1957), o conceito de eficiência como a capacidade que uma empresa ou economia (DMU) tem de produzir uma dada quantidade de produto com a menor quantidade de insumos possível, ou, equivalentemente, como a competência de maximizar a produção com uma dada quantidade de insumos. Para quantificar a eficiência bem como a produtividade com múltiplos insumos e produtos com funções distância, utilizam-se duas abordagens clássicas: a paramétrica e a não paramétrica.

Os métodos paramétricos partem da escolha de uma função distância paramétrica que expresse a relação funcional entre os produtos e insumos para representar a fronteira do CPP, decompondo o desvio da fronteira em ruído estocástico e ineficiência técnica. Conforme Falcão e Correia (2012), o modelo da fronteira de produção estocástica (*Stochastic Frontier Analysis - SFA*) é definido a partir de uma equação linear, não utiliza dimensões restritas, não tem restrição quanto ao tamanho da amostra e os dados tanto podem ter baixa quanto alta correlação. Já Ohira e Scazufca (2009), ressaltam que entre algumas desvantagens desse método estão a imposição de uma forma funcional para determinada atividade econômica, a escolha da distribuição do erro idiossincrático, a dependência de dados e informações de boa qualidade e a necessidade de o número de observações ser superior a 30 para validação estatística.

Quanto aos métodos não paramétricos, o modelo de Análise Envoltória de Dados (DEA) é o mais utilizado. Ele representa o CPP por meio de fronteiras determinísticas e funções distância aferidas mediante problemas de programação matemática, sem a necessidade de definir previamente uma função estocástica de produção e um tipo de distribuição (comportamento) dos erros desconhecidos, ficando livre das possíveis falhas decorrentes dessas especificações. Contudo, esse método, sendo determinístico, apresenta desvantagens por ignorar as perturbações aleatórias do processo produtivo não controladas pelos gestores, atribuindo todos os desvios da fronteira às ineficiências.

Segundo o estudo bibliométrico realizado por Lampe e Hilgers (2015), o resultado comparativo do quantitativo de contribuições metodológicas e setoriais das publicações envolvendo os métodos DEA e SFA é muito similar, sendo de 58% para o primeiro e de 62% para o segundo. Portanto, ambos são amplamente aceitos em sua aplicação e representam uma área de pesquisa estável. Além disso, o trabalho dos autores demonstra que não

existe consenso na literatura especializada, justificando a escolha da DEA ou de fronteiras estocásticas, já que ambas apresentam vantagens e desvantagens.

Para este estudo, considerando a alta complexidade das relações de mercado da sojicultura e da base de dados disponível para a análise, optou-se por um enfoque não paramétrico. Diante das limitações relacionadas e das demais características da pesquisa, como a multiplicidade de insumos e produtos e a individualização dos índices de eficiência de cada DMU, a abordagem DEA, que usa programação matemática, parece ser a mais apropriada.

## **Análise Envoltória de Dados (DEA)**

### **Modelo DEA/CCR**

A DEA tem como objetivo possibilitar a medição da eficiência de DMUs a partir de múltiplos insumos e produtos, não necessitando dos preços de mercado. Como, em muitos casos, esses preços são parcial ou totalmente desconhecidos, a DEA determina pesos para as variáveis (insumos e produtos) na mensuração da eficiência. Essa flexibilidade na ponderação, atribuída aos *inputs* e *outputs*, permite captar os diferentes contextos (mercados) em que as unidades avaliadas operam, o que determina as diversas formas como combinam os produtos e insumos, devendo ser levada em consideração na hora de avaliar suas ineficiências. Desse modo, cada unidade avaliada é comparada com o conjunto de unidades eficientes que ponderam as variáveis de maneira semelhante, ou seja, que têm o mesmo perfil tecnológico.

Inicialmente proposto por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978 para estimar a eficiência técnica global de Farrell (ET), o método DEA foi nomeado DEA-CCR em homenagem a seus autores (COOPER et al., 2006). O DEA-CCR, desenhado de início para análises com retornos constantes de escala, fora posteriormente desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper (1984) para estimar a eficiência técnica pura (ETP), em que foi incluída a possibilidade de retornos variáveis de escala, surgindo o Modelo DEA-BCC, igualmente relacionando as iniciais de seus autores (ROSANO-PENÑA, 2008).

A DEA-CCR pode ser orientada ao insumo ou ao produto. Na ótica orientada aos insumos ( $x$ ), seguindo o conceito de Farrell, buscam-se as unidades mais eficientes (*benchmark*), tendo em vista a máxima redução dos níveis de *inputs*, mantendo-se a produção constante. A formulação do modelo DEA-CCR orientado aos insumos para a DMU<sub>k</sub> (de um grupo de N organizações homogêneas) é apresentada em (1).

$$\text{Max } h_k = \sum_{r=1}^m u_r y_{rk} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{ik} = 1$$

$$u_i, v_i \geq 0$$

em que:  $y$  é o vetor produto;  $x$ , o vetor insumos;  $u, v$  = pesos;  $r = 1 \dots m$ ;  $i = 1 \dots n$ ;  $j = 1 \dots N$ .

Já pela ótica do modelo orientado aos produtos, objetiva-se a maximização da produção sem que haja incremento no nível de insumos utilizados. Dessa forma, a formulação do modelo DEA-CCR orientado aos produtos para a DMU $_k$  (de um grupo de  $N$  organizações homogêneas) é apresentada em (2).

$$\text{Min } \delta_k = \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rk} = 1$$

$$u_i, v_i \geq 0$$

em que:  $y$  é o vetor produto;  $x$ , o vetor insumos;  $u, v$  = pesos;  $r = 1 \dots m$ ;  $i = 1 \dots n$ ;  $j = 1 \dots N$ .

Os resultados obtidos em (1) e (2) devem ser análogos. Apenas as DMUs eficientes com  $h=1$  em (1) alcançarão, em (2),  $\delta=1$ . As ineficientes, no modelo orientado aos produtos, apresentarão  $\delta > 1$ , inverso ao modelo (1) ( $\delta=1/h$ ). Assim, se  $h_k$  em (1) for 0,8, em (2), o resultado será  $\delta_k=1,25=1/0,8$ . Isso indica que a unidade  $k$  deverá aumentar os *outputs* de forma proporcional (radial) em 25% ( $1,25-1$ ) ou reduzir os *inputs* em 20% ( $1-0,8$ ) para se tornar eficiente. Na literatura, o método DEA, com frequência, é completado com outras modelagens, que, em função dos objetivos propostos, são mais exaustivas. Dois desses métodos são o de metafronteira e a análise de janelas, ambos utilizados nesta pesquisa.

### Modelo DEA utilizando Metafronteira

O estudo da eficiência através de metafronteiras foi inicialmente desenvolvido por Hayami e Ruttan (1971) e posteriormente complementado por O'Donnell et al. (2008) para utilizar-se da análise de fronteiras eficientes. Essa metodologia é aplicada quando há heterogeneidade tecnológica entre as DMUs, em função do tamanho da propriedade, das condições climáticas ou dos contextos diferenciados em que operam. Ademais, permite estimar uma metafronteira que envelopa os



pontos de produção dos municípios mais eficientes e fronteiras de grupos. Assim, é possível decompor as diferenças de desempenho entre as firmas em eficiência técnica (dentro dos grupos) e efeitos de *gap* tecnológico (entre os grupos). Logo, a utilização dessa metodologia neste estudo, considerando unidades espalhadas ao longo de todo território nacional com diferentes custos logísticos, permite identificar a existência ou não de defasagem de eficiência entre os cenários “dentro da porteira” e “fora da porteira”.

Ao utilizar dois subgrupos, o método calcula três indicadores de eficiência. O primeiro estima a eficiência convencional ( $\delta_k^{g1}, \delta_k^{g2}$ ) para cada uma das DMUs, classificando-as em relação aos agrupamentos. Esse índice indica a eficiência de gestão de cada unidade dentro de seu grupo, podendo ser chamada de intergrupo. O segundo indicador ( $\delta_k^M$ ), utilizando a amostra completa, estima a eficiência baseando-se na distância da DMU em relação à metafronteira (fronteira comum). O terceiro é denominado Razão de *Gap* Tecnológico e calculado da seguinte maneira:  $\delta_k^M / \delta_k^g$ . Esse indicador mede o desvio da fronteira específica de cada grupo da metafronteira. Assim, é estabelecida a chamada eficiência intragrupo, de tal forma que quanto maior o valor para um grupo, mais avançada é a tecnologia de produção que ele adota.

### Modelo de Janelas

A análise de janela consiste em um método estruturado para se misturar, em uma mesma aplicação, DMUs referentes a diversos períodos distintos, tratando-as como independentes. Dessa forma, as N DMUs são analisadas em T períodos ( $t=1, 2, \dots, T$ ) e utilizam n insumos  $x_n^t$  para produzir m produtos  $y_m^t$ . A amostra tem, por conseguinte,  $N \times T$  observações. De acordo com Cook et al. (2001), essa é uma das formas de se incluir o fator tempo dentro da técnica DEA. Assim, o desempenho de uma DMU em um ano pode ser comparado com o seu próprio desempenho em outro ano, bem como com a eficiência das outras DMUs. Isso aumenta o número de unidades analisadas, o que pode ser útil quando se lida com pequenas amostras. Porém, essa abordagem assume implicitamente que não há mudanças tecnológicas dentro de cada uma das janelas.

Cook et al. (2001) indicam que, atualmente, a disponibilidade de dados históricos da mesma DMU é frequente, possibilitando análises quanto à evolução na eficiência de determinada firma ao longo do tempo. Ao utilizar a técnica de janelas, o fator tempo é incluso no método DEA, tratando cada ano de produção como uma DMU diferente. Após a aplicação do DEA sobre as janelas, pode-se calcular tanto a média das eficiências obtidas em todos os períodos quanto o valor do desvio padrão entre elas. Para calcular os ajustes em relação à fronteira eficiente, utiliza-se o resultado das folgas entre as DMUs, que correspondem às médias obtidas nos respectivos anos (ROCHA et al., 2015).

## Índice de Produtividade de Malmquist (IPM)

Outra maneira de se avaliar a dinâmica do desempenho de DMUs é através do Índice de Malmquist (IPM). Esse indicador foi concebido, em 1953, por Sten Malmquist em 1953, que construiu um índice de quantidade utilizando funções distância de Shephard dentro do contexto da teoria do consumidor. Mas, posteriormente o índice ganhou destaque no contexto da teoria da produção quando se tentou avaliar processos produtivos em que múltiplos insumos são transformados em múltiplos produtos. Este tipo de indicador é denominado de produtividade total de fatores (PTF). Segundo Caves, Christensen e Diewert (1982), este método é utilizado para medir a evolução na produtividade de empresas ao longo do tempo.

O IPM tem muitas virtudes, dentre elas pode-se destacar a utilização de funções distância orientadas aos insumos ou aos produtos que dispensam a utilização de uma relação funcional entre insumos e produtos para caracterizar o CPP, o que é muito útil quando os objetivos dos produtores são diferentes, ou ainda, quando estes são desconhecidos. Outra característica desejável é a possibilidade do desmembramento das mudanças de produtividade total dos fatores em mudança da eficiência e mudança tecnológica, permitindo, dessa forma, conhecer a natureza da modificação do progresso.

Segundo Färe et al (1994), uma forma de definir o índice de Malmquist é dada por:

$$IPM_o^{t,t+1} = \frac{ET_t^t}{ET_{t+1}^{t+1}} \left( \frac{ET_{t+1}^{t+1}}{ET_{t+1}^t} \frac{ET_t^t}{ET_t^{t+1}} \right)^{1/2} \quad (3)$$

Desse modo, segundo Rosano-Peña et al. (2012), diferentemente dos índices de produtividade clássicos, o IPM permite que se separe a evolução da eficiência produtiva dos deslocamentos da fronteira. O primeiro quociente do lado direito em (3), mede o quão distante a unidade avaliada encontra-se da fronteira eficiente entre os períodos  $t$  e  $t+1$ , captando a evolução da ET, efeito chamado de *catching-up*. Dessa forma, é medida a variação da eficiência relativa, podendo ser menor, igual ou maior que um, em função da queda, manutenção ou melhoria na eficiência, respectivamente. Já o segundo quociente em (3), capta o deslocamento médio geométrico da fronteira tecnológica entre os dois períodos avaliados em relação ao nível de *inputs*  $x^t$  e  $x^{t+1}$ , bem como representa a mudança tecnológica (técnica e organizacional). Se o deslocamento for maior que um, indicará progresso, resultante da inovação no setor, e se menor, retrocesso. Assim, o índice de Malmquist é interpretado da seguinte forma:

- a)  $IPM > 1$ : implica que a Produtividade Total de Fatores (PTF) no período  $t+1$  é superior à do período  $t$ .
- b)  $IPM = 1$ : implica que a distância entre a produção observada em  $t+1$  e o produto potencial em  $t$  se manteve constante.
- c)  $IPM < 1$ : induz que a PTF decresceu.

### **Teste *Wilcoxon-Mann-Whitney***

A logística de distribuição para o agronegócio no Brasil pode ser considerada um dos principais entraves à eficiência de produtores e produtos agrícolas brasileiros. Portanto, este estudo visa a também, entre seus diversos objetivos, verificar se há diferenças nas medidas de eficiência entre os produtores que dispõem de maiores e de menores infraestruturas de logística de distribuição. Para isso, utilizou-se do Teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney*. Essa ferramenta pretende comprovar se amostras diferentes foram ou não retiradas da mesma população. Trata-se de um mecanismo alternativo ao Teste “T”, utilizado quando as suposições de normalidade não são verificadas ou quando a amostra é pequena.

Inicialmente, é realizada a classificação dos valores observados, tendo em vista o *rank* ou *score* de cada um. Após elaborada a ordenação, o teste consiste na substituição dos dados iniciais pelos resultantes de sua posição no *ranking*. Por fim, define-se o cálculo estatístico do teste.

### **Base de Dados - Municípios e Variáveis**

Embora a sojicultura esteja disseminada ao longo de todos os biomas brasileiros, o volume produzido dessa cultura está concentrado em algumas regiões específicas, conforme demonstrado em capítulos anteriores. De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2015), as Regiões Centro-Oeste e Sul foram responsáveis por aproximadamente 81% do volume produzido na safra 2014/15. Com base nessa informação, a seleção dos municípios pesquisados ocorreu em função da representatividade de cada um em relação ao volume total produzido no Brasil, como também em razão de sua importância para a respectiva região. Portanto, para fins de análise, utilizou-se os principais municípios brasileiros sojicultores definidos pela CONAB como modelos em seus Estados.

A Tabela 1 a seguir lista os municípios (DMUs), suas Mesorregiões e seus Estados, bem como o número de vezes que participaram da análise de janela, pois, como já explicado, com essa técnica, eles são analisados em vários períodos.

Dessa forma, para análise da eficiência através da DEA, modelo de janela, foram utilizadas um total de 97 DMUs, compostas por 13 municípios, sendo todas referências para suas respectivas Regiões. Uma peculiaridade, referente exclusivamente ao Estado do Rio Grande do Sul, diz respeito à evolução da análise para municípios vizinhos ao longo do período de 2007 a 2014. Tal mudança é explicada pela proximidade entre os municípios e pela disponibilidade de fazendas-modelo, não alterando o objetivo principal do estudo, visto que as condições climáticas e de relevo são similares em ambas as localidades. As DMUs Cruz Alta, nos anos de 2013 e 2014, foram agrupadas às DMUs Passo Fundo, que detêm a base de dados de 2007 a 2012. Embora ambos os municípios tenham divisas em comum, a distância geográfica entre as cidades é de 149 quilômetros. O mesmo caso

ocorre entre Santa Rosa (2008) e São Luiz Gonzaga (2009 a 2014), sendo que a distância entre ambas é de 116 quilômetros.

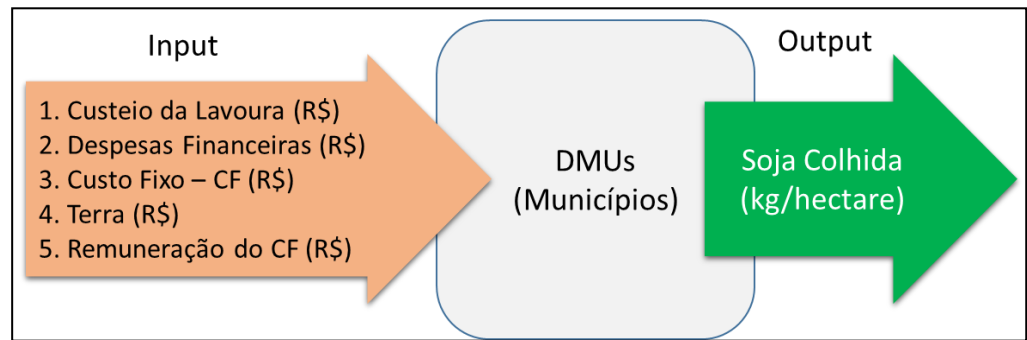
**Tabela 1. Municípios e Mesorregiões dos Estados pesquisados**

Estado	Mesorregião	Município	Quantidade de DMUs
Bahia	Oeste Baiano	Barreiras	8
Goiás	Sudoeste Goiano	Rio Verde	8
Goiás	Leste Goiano	Cristalina	4
Maranhão	Sul Maranhense	Balsas	8
Minas Gerais	Noroeste de Minas	Unaí	8
Mato Grosso	Sudeste Mato-grossense	Primavera do Leste	8
Mato Grosso	Norte Mato-grossense	Sapezal	8
Mato Grosso	Norte Mato-grossense	Sorriso	8
Mato Grosso do Sul	Leste de Mato Grosso do Sul	Chapadão do Sul	8
Paraná	Centro Ocidental Paranaense	Campo Mourão	8
Paraná	Norte Central Paranaense	Londrina	6
Rio Grande do Sul	Noroeste Rio-Grandense	São Luiz Gonzaga	7
Rio Grande do Sul	Noroeste Rio-Grandense	Passo Fundo	8
TOTAL			97

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além de analisar os municípios selecionados, buscou-se, neste trabalho, testar o impacto da logística de escoamento da soja na eficiência. Para isso, foram desenhados dois cenários: 1) aquele limitado à produção interna da propriedade e 2) aquele que incorpora ao desempenho da propriedade os custos logísticos de distribuição. Esses dois grupos serão utilizados na análise de metafronteira e seus diferentes níveis de eficiência serão examinados por meio do teste U de *Mann-Whitney*.

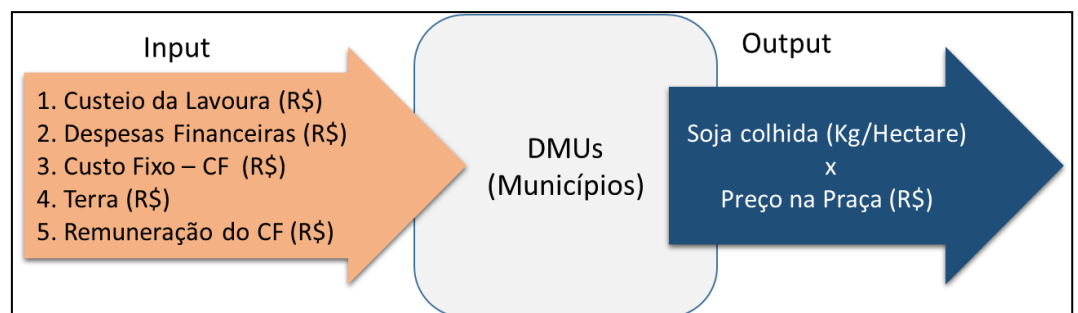
O primeiro cenário, conforme observa-se na Figura 2, contempla como insumos: mão de obra, área plantada, capital e insumos agrícolas diretos (fertilizantes, agroquímicos e sementes), todos mensurados em R\$/hectare. Como produto, considerou-se a produção em sacas de soja por hectare.



**Figura 2. Cenário “dentro da porteira”.**

Fonte: Elaborado pelos autores.

O segundo cenário, conforme observa-se na Figura 3, contempla como insumos as mesmas variáveis do anterior: mão de obra, área plantada, capital e insumos agrícolas diretos (fertilizantes, agroquímicos e sementes). Como produto, diferentemente do primeiro cenário, considerou-se a receita média das sacas por hectare, estimada de acordo com o preço na praça referência de cada município. Ademais, essa receita inclui o impacto dos custos da logística de distribuição.



**Figura 3. Cenário “dentro e fora da porteira”.**

Fonte: Elaborado pelos autores.

As unidades de medida das variáveis selecionadas determinam a escolha do método DEA-CCR orientado ao produto. A normalização dos valores pelos hectares de terra ameniza a escala de operações das unidades produtivas analisadas, o que justifica a utilização dos métodos com retornos constantes de escala, como o DEA-CCR. A orientação ao produto está determinada pelo pressuposto de que os produtores rurais, diante do constante aumento da demanda, buscam maximizar a produção com os recursos disponíveis.

Os *inputs* e *outputs* escolhidos neste trabalho seguem as variáveis clássicas encontradas na revisão da literatura sobre a agricultura (GOMES et al., 2005). Ressalta-se que os insumos têm uma alta representatividade na estrutura do custo de produção das propriedades agrícolas. Os dados dos *inputs* e *outputs* foram obtidos a partir da Série Histórica de Custos de Produção para Culturas de Verão, elaborada pela Companhia Nacional de

Abastecimento (CONAB), filtrada para os anos de 2007 a 2014. Destaca-se aqui a atualidade dos dados, compreendendo uma série histórica desde 1998 a 2014. Por esse motivo, optou-se pela não utilização das informações contidas no Censo Agropecuário de 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. A partir da Tabela 2, percebe-se a disparidade dos dados em função da localização de cada município.

**Tabela 2. Estatística da Base de Dados**

	Valor Máximo	Valor Mínimo	Valor Médio	Desvio Padrão
Despesas de Custeio da Lavoura (R\$)	1971,74	680,42	1.166,34	233,16
Despesas Financeiras e Pós-colheita (R\$)	501,05	146,09	295,46	77,89
Custo Fixo (R\$)	693,39	102,47	251,67	100,23
Terra (R\$)	5567,88	32,45	302,90	121,41
Remuneração Capital Fixo (R\$)	193,44	11,06	66,47	37,63
Produção (Kg/Ha)	3.300,00	1.800,00	2.881,67	299,55

Fonte: Elaborado pelos autores.

A utilização das séries históricas, compostas por dados referentes ao período de 2007 a 2014, exige sua deflação. Para isso, utilizou-se do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), conforme exposto na Tabela 3. Esse índice, elaborado pelo IBGE desde 1979, acompanha a inflação e tem como unidades de coleta os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços, públicos ou privados. Quanto ao período, o indicador é disponibilizado mensalmente, porém, por ser foco deste estudo a safra de soja, os índices considerados foram anuais, com referência ao mês de janeiro.

**Tabela 3. Índice IPCA - Mês Referência Janeiro**

Ano	Inflação	IPCA	IPCA Acumulado
2007	-	-	-
2008	5,9%	1,059	1,059
2009	4,31%	1,0431	1,104
2010	5,91%	1,0591	1,169
2011	6,5%	1,065	1,245
2012	5,84%	1,0584	1,318
2013	5,91%	1,0591	1,396
2014	6,40%	1,064	1,486

Fonte: IBGE (2016).

Para avaliar a dinâmica da produtividade através do Índice de Produtividade de Malmquist-IPM, 24 DMUs foram separadas em dois blocos de dados:

i) Bloco "A": DMUs no ano de 2007;

ii) Bloco “B”: DMUs no ano de 2014.

Dessa forma, calculou-se a média para cada *input* e *output* de ambos os blocos. Entretanto, em função da indisponibilidade de dados para todos os municípios, no período de 2007 a 2014, apenas o de Cristalina não foi incluído na análise do IPM. Para calcular os índices de eficiência no Modelo CCR, foi utilizado o programa MaxDEA Pro 6.1. Já para o cálculo dos Índices de Malmquist (IPM), utilizou-se o programa DEAP (COELLI, 1996), enquanto que para a análise estatística dos índices de eficiência e o teste *Wilcoxon-Mann-Whitney*, o software utilizado foi o Programa “R”, versão 3.3.1.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos dados da amostra selecionada e dos métodos descritos anteriormente, é apresentada nesta seção a análise dos resultados. Porém, a princípio, julga-se necessário lembrar que o modelo CCR busca a identificação da eficiência técnica global, enquanto o modelo BCC tem como objetivo estimar a ineficiência técnica pura, que desconsidera o tamanho ótimo das propriedades. Ambos os índices variam de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior a eficiência. Para o IPM, um índice menor que 1 indica retrocesso, igual a 1 corresponde à constância e maior que 1 significa um progresso da produtividade.

### Análise da Eficiência no Modelo CCR/CRS - Cenário 1

No cenário 1, em que se considera produto apenas a produção em quilos por hectare ou, como aqui definido, a produção “dentro da porteira”, o modelo CCR, conforme já mencionado, propõe analisar a eficiência da unidade produtiva considerando retornos constantes de escala. Verifica-se que, para esse cenário, a distribuição dos índices ficou relativamente concentrada em valores acima de 0,6, com um valor mínimo de 0,55, máximo de 1 e uma média de 0,83. Sendo assim, a partir desses dados, pode-se aferir que, em média, os municípios sojicultores ineficientes podem elevar o valor da produção com os insumos disponíveis. Isso pode ser atingido apenas imitando as melhores práticas, ou seja, tendo como referência os municípios eficientes da amostra.

A Tabela 4 apresenta o *ranking* das melhores práticas. Nele, assumem a primeira posição as DMUs que obtiveram *score* igual a 1. As demais seguem a ordem normal de distribuição. Logo, entre as melhores práticas, doze unidades são consideradas eficientes: Balsas 2010, Barreiras 2010, Barreiras 2013, Chapadão do Sul 2008, Rio Verde 2008, Rio Verde 2009, Rio Verde 2010, Rio Verde 2013, Rio Verde 2014, São Luiz Gonzaga 2010, Sapezal 2013 e Sorriso 2014.

**Tabela 4. Ranking 20 melhores práticas - Cenário 1 Modelo CCR - Orientado ao Produto**

<i>Rank</i>	<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Benchmark</i>
1	Balsas2010	1.00	Balsas2010
1	Barreiras2010	1.00	Barreiras2010
1	Barreiras2013	1.00	Barreiras2013
1	ChapadãodoSul2008	1.00	ChapadãodoSul2008
1	RioVerde2008	1.00	RioVerde2008
1	RioVerde2009	1.00	RioVerde2009
1	RioVerde2010	1.00	RioVerde2010
1	RioVerde2013	1.00	RioVerde2013
1	RioVerde2014	1.00	RioVerde2014
1	SãoLuizGonzaga2010	1.00	SãoLuizGonzaga2010
1	Sapezal2013	1.00	Sapezal2013
1	Sorriso2014	1.00	Sorriso2014
13	RioVerde2012	0.99	RioVerde2013
14	PassoFundo2007	0.97	Balsas2010; Barreiras2010; RioVerde2014
15	Sorriso2010	0.97	RioVerde2008; RioVerde2013; RioVerde2014
16	Londrina2007	0.97	Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2014
17	PassoFundo2012	0.96	RioVerde2013
18	Balsas2013	0.96	Balsas2010; Barreiras2010; RioVerde2014; Sorriso2014
19	SãoLuizGonzaga2009	0.96	Barreiras2013; SãoLuizGonzaga2010
20	Balsas2014	0.95	Balsas2010; Barreiras2010; RioVerde2014; Sorriso2014

Fonte: Dados de pesquisa.

O município de Rio Verde, no Estado de Goiás, foi destaque nesse *ranking*, pois esteve presente seis vezes entre as vinte melhores práticas e ainda apresentou o *score* máximo (igual a 1) em cinco oportunidades. Além dos vastos campos agricultáveis, o município conta, na atualidade, com grande incentivo privado, levando em consideração as diversas multinacionais e também empresas nacionais do agronegócio presentes na região.

Em função da atividade agropecuária, estão presentes, desde 2009, no município, grandes organizações comercializadoras de grãos, como Perdigão, Cargill, Siol Alimentos, Kowalski Alimentos, Comigo e Brejeiro (RIO VERDE, 2009). Além das empresas do elo da comercialização, ressaltase também a presença de diversas companhias de fornecimento de insumos. Além disso, a região é privilegiada com instituições de ensino privadas e públicas, as quais têm papel fundamental na formação de profissionais qualificados. Em termos econômicos, o município vem se mantendo como quarto maior PIB do Estado de Goiás, somando, em 2013, aproximadamente R\$ 7,3 bilhões, com participação da agropecuária em cerca de 16,1% desse total (IBGE, 2013).

Outro município que merece destaque no quesito eficiência é o de Barreiras, no Estado da Bahia, que se apresentou como eficiente (*score* igual a 1) em dois casos (Barreiras2010 e Barreiras2013), sendo que, nessa localidade, as plantações de soja se iniciaram na década de 1990 e vêm se expandindo e impulsionando o crescimento econômico da região (FREITAS, 2011). Vale destacar que, na região em que está localizado esse município, os resultados



são considerados expressivos devido à expansão da área cultivada, à oferta de bens agrícolas e, em especial, à elevação da produtividade (SICSÚ; LIMA, 2000)

Os municípios de Londrina, Passo Fundo e São Luiz Gonzaga, representando a Região Sul do Brasil, tradicional na sojicultura desde meados da década de 60, representaram apenas 25% das observações. Ainda que essas regiões possuam custos de oportunidade da terra superiores ao de regiões de fronteira, as mesmas conseguiram ser eficientes quanto aos demais custos e à maximização do produto o suficiente para figurarem nesse *ranking*. Por outro lado, os municípios de Balsas, Barreiras, Rio Verde, Sapezal e Sorriso, localizados nas Regiões Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, representaram os outros 75% das vinte melhores práticas.

Sendo assim, nota-se, então, a partir desse *ranking*, a predominância, neste cenário, de regiões de fronteira agrícola, ou seja, dispostas no cerrado, interior do país. Esse resultado, gerado pelo modelo CCR, corrobora a afirmação de que regiões de fronteira agrícola são mais eficientes “dentro da porteira”, em virtude do baixo custo de oportunidade da terra atrelado à maior escala de produção. Por outra perspectiva, o *ranking* exposto na Tabela 5 revela as vinte piores práticas ao levar-se em consideração o cenário 1.

Conforme apresentado na Tabela 5, as posições dessas DMUs aparecem de maneira invertida em relação à tabela anterior, pois as piores práticas estão no topo da lista, considerando o *ranking* ordenado de maneira decrescente. Por conseguinte, a DMU Unai 2008 se encontra mais distante da fronteira eficiente, pois obteve um *score* de 0,60, ficando aquém da fronteira em, aproximadamente, 2.125,98 quilos/hectare, o que representa um percentual de melhoria necessária de algo em torno de 79%, mantendo-se constante os insumos utilizados. Como referência para essa DMU, têm-se Barreiras 2010, Rio Verde 2010 e Rio Verde 2014.

Os resultados calculados para esse cenário apontam para um desequilíbrio entre zonas tradicionais e de fronteira agrícola, no que tange à ineficiência “dentro da porteira”. Calcula-se que exatamente 40% das observações são compostas pelos municípios de Passo Fundo (4) e São Luiz Gonzaga (4), os quais estão localizados na Região Sul do país. Esses dois municípios somaram um total de 8 observações, distribuídas praticamente em todos os anos analisados. Dada essa concentração de DMUs ineficientes em apenas dois municípios, é possível afirmar que os mesmos tendem a mudar de atividade, tendo em vista que, nesse período, apresentaram ineficiência na sojicultura.

**Tabela 5. Ranking 20 piores práticas – Cenário 1 Modelo CCR – Orientado ao Produto**

<i>Rank</i>	<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Benchmark</i>
97	Unai2008	0.56	Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2014
96	SãoLuizGonzaga2014	0.61	Balsas2010; Barreiras2010; RioVerde2014
95	SãoLuizGonzaga2012	0.61	Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2014
94	PassoFundo2013	0.62	Barreiras2013; RioVerde2013; SãoLuizGonzaga2010
93	SãoLuizGonzaga2013	0.62	Balsas2010; Barreiras2010; RioVerde2014
92	Barreiras2014	0.63	Barreiras2010; RioVerde2013
91	Chapadão do Sul2014	0.64	Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2013
90	Balsas2008	0.64	Barreiras2010; RioVerde2014; Sorriso2014
89	Primavera do Leste2008	0.66	Barreiras2010; RioVerde2014; Sorriso2014
88	PassoFundo2008	0.67	Barreiras2010; RioVerde2013; RioVerde2014
87	PassoFundo2014	0.67	RioVerde2013
86	SãoLuizGonzaga2011	0.67	Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2014
85	Unai2011	0.68	Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2013
84	Sapezal2008	0.69	Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2014
83	Primavera do Leste2012	0.70	Barreiras2010; RioVerde2013
82	PassoFundo2009	0.70	RioVerde2010; RioVerde2013; RioVerde2014
81	Unai2012	0.70	RioVerde2013
80	Unai2007	0.71	RioVerde2010; RioVerde2013; RioVerde2014
79	Sapezal2007	0.72	BarreirasPC2010; RioVerde2010; RioVerde2014
78	Primavera do Leste2009	0.73	Barreiras2010; RioVerde2014; Sorriso2014

Fonte: Dados de pesquisa.

O restante das observações não mencionadas se concentraram em 6 municípios: Unai (4), Primavera do Leste (3), Balsas (1), Barreiras (1), Chapadão do Sul (1) e Sapezal (2). Para aqueles que figuraram entre uma e duas observações, pode ser possível apontar um fator externo ao processo, como uma variável não controlada, a fim de explicar essa ineficiência. Já Unai e Primavera do Leste, se assemelham ao perfil dos municípios sulistas, ou seja, emergem com possibilidade de mudança de atividade, dada a ineficiência aferida. Ainda que ambos tenham largas extensões de áreas destinadas ao cultivo de soja, para que se tornem eficientes, os mesmos devem trabalhar em prol, principalmente, do aumento na produtividade ou da redução nos custos de produção, haja vista que, nesse cenário, analisaram-se apenas os fatores internos à propriedade.

### **Análise da Eficiência no Modelo CCR/CRS – Cenário 2**

Após a análise restrita à propriedade rural na seção anterior, na qual se buscou avaliar a eficiência dos municípios em diferentes anos, observando apenas fatores circunscritos à produção na unidade, buscou-se extrapolar o estudo para um macroambiente, considerando também os custos com a logística de distribuição. Diferentemente do cenário anterior, para este considerou-se a receita média das sacas por hectare como *output*, estimada com base no preço na praça referência de cada município. Vale destacar que essa receita inclui o impacto dos custos da logística de distribuição.

Ao contrário do primeiro cenário, os dados do segundo, por envolverem mais variáveis que impactam diretamente no produto, deslocaram a curva

de melhores práticas para baixo. Para este cenário, o mínimo da série ficou em 0,34, a média foi igual a 0,64 e o máximo, igual a 1. Verifica-se também que ocorre uma concentração dos índices no intervalo de 0,4 a 0,7, o que acaba por distinguir esses resultados daqueles observados anteriormente. Dessa forma, entende-se que os custos logísticos acarretaram uma redução de aproximadamente 25,6% na média dos valores do cenário, se comparados ao anterior.

Assim, a fim de identificar quais municípios tiveram sua eficiência afetada pela logística, é apresentado abaixo o *ranking* das práticas eficientes com seus respectivos *scores*, utilizando o modelo CCR orientado ao produto. Embora este cenário tenha envolvido variáveis que, na teoria, prejudicam as regiões que ficam mais distantes dos locais de escoamento da produção, os municípios de Barreiras, Rio Verde, Sapezal e Sorriso se sobressaíram, representando a fronteira eficiente, com índice igual a 1.

**Tabela 6. Ranking 20 melhores práticas - Cenário 2 Modelo CCR - Orientado ao Produto**

<i>Rank</i>	<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Benchmark</i>
1	Barreiras2013	1.00	Barreiras2013
1	RioVerde2013	1.00	RioVerde2013
1	RioVerde2014	1.00	RioVerde2014
1	Sapezal2013	1.00	Sapezal2013
1	Sorriso2014	1.00	Sorriso2014
6	CampoMourão2014	0.97	RioVerde2013; RioVerde2014
7	Balsas2014	0.97	RioVerde2014; Sorriso2014
8	SãoLuizGonzaga2010	0.94	Barreiras2013; RioVerde2013
9	Balsas2013	0.92	RioVerde2014; Sorriso2014
10	CampoMourão2013	0.91	RioVerde2013; RioVerde2014
11	Cristalina2014	0.91	Barreiras2013; RioVerde2013; RioVerde2014
12	PrimaveradoLeste2014	0.91	RioVerde2014; Sorriso2014
13	Sapezal2014	0.90	RioVerde2014; Sorriso2014
14	Sorriso2013	0.88	Barreiras2013; RioVerde2013; RioVerde2014
15	Barreiras2010	0.85	RioVerde2014; Sorriso2014
16	Cristalina2013	0.81	RioVerde2013; RioVerde2014
17	ChapadãoodoSul2013	0.81	RioVerde2013; RioVerde2014
18	Unai2014	0.80	RioVerde2014; Sorriso2014
19	PrimaveradoLeste2013	0.79	RioVerde2013; RioVerde2014
20	SãoLuizGonzaga2009	0.79	Barreiras2013

Fonte: Dados de pesquisa.

Abaixo da fronteira eficiente, ou seja, das DMUs que obtiveram *score* igual a 1, encontra-se um grupo com 8 unidades que se aproximam dessa curva, sendo que alcançaram um *score* mínimo de 0,9. Nessa faixa, estão Campo Mourão (2), Balsas (2), São Luiz Gonzaga, Cristalina, Primavera do Leste e Sapezal. Ressalta-se que para essa parcela também há predominância de municípios de fronteira agrícola, somando 5 observações, ou seja, aproximadamente 62,5% dos totais de DMUs.

Entre as melhores práticas, levando em consideração o cenário 1 na Tabela 4 e o cenário 2 na Tabela 6, verifica-se que apenas quatro municípios, independentemente do período analisado, se mantiveram na fronteira eficiente durante ambos os cenários, os quais foram: Sorriso, Sapezal, Rio Verde e Barreiras. Vale destacar que eles se localizam nos Estados de Mato Grosso, Goiás e Bahia, e pertencem ao grupo aqui considerado como de fronteira agrícola. Dessa forma, apesar de estarem mais distantes dos principais portos de escoamento da produção, é possível inferir que, mesmo com a introdução dos custos logísticos de distribuição, esses municípios ainda apresentam eficiência nesse tipo de produção.

**Tabela 7. Ranking 20 piores práticas - Cenário 2 Modelo CCR - Orientado ao Produto**

<i>Rank</i>	<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Benchmark</i>
97	Unai2007	0.34	RioVerde2013; RioVerde2014
96	Unai2008	0.37	RioVerde2013; RioVerde2014
95	Sapezal2007	0.38	RioVerde2013; Sorriso2014
94	RioVerde2007	0.39	RioVerde2013; RioVerde2014
93	ChapadãoDoSul2007	0.40	Barreiras2013; RioVerde2013; RioVerde2014
92	Balsas2008	0.42	RioVerde2014; Sorriso2014
91	SãoLuizGonzaga2012	0.43	RioVerde2014; Sorriso2014
90	PrimaveradoLeste2007	0.44	RioVerde2013; RioVerde2014
89	Balsas2007	0.45	RioVerde2014; Sorriso2014
88	Balsas2009	0.46	RioVerde2014; Sorriso2014
87	PrimaveradoLeste2008	0.46	RioVerde2014; Sorriso2014
86	PassoFundo2008	0.46	RioVerde2013; RioVerde2014
85	PassoFundo2009	0.47	RioVerde2013; RioVerde2014
84	Barreiras2007	0.48	RioVerde2014; Sorriso2014
83	Sorriso2007	0.48	Barreiras2013; RioVerde2013; RioVerde2014
82	PassoFundo2007	0.48	RioVerde2014; Sorriso2014
81	CampoMourão2007	0.48	RioVerde2013; RioVerde2014
80	Londrina2007	0.49	RioVerde2013; RioVerde2014
79	Unai2012	0.49	RioVerde2013
78	PrimaveradoLeste2012	0.49	RioVerde2013; RioVerde2014

Fonte: Dados de pesquisa.

Verifica-se, a partir dos dados da Tabela 7, que a faixa de valores obtidos nesse cenário para piores práticas é muito inferior se comparado ao anterior. Enquanto que as vinte piores práticas no primeiro cenário possuem um *score* que varia entre 0,56 a 0,73, o *ranking* para o cenário “dentro e fora da porteira” varia de 0,34 a 0,49. Essa variação reflete o impacto geral dos custos da logística de distribuição em ambos os grupos de DMUs.

Por conseguinte, há de se realçar que o município de Unai figurou como as piores DMUs nesse cenário, dado que a DMU “Unai2007” obteve o *score* mínimo de 0,34, ficando aquém da fronteira em 2.552,60 unidades de medida, o que representa um aumento na receita com produto em aproximadamente 190%, mantendo-se constante o dado nível de insumos. Há de se destacar o fato de esse município ficar geograficamente distante dos portos de escoamento da produção, o que pode ter contribuído para os resultados observados nesse cenário.

Em termos de equilíbrio entre áreas, as zonas de fronteira dominam os índices de piores práticas frente a regiões tradicionais. Enquanto que, no primeiro cenário, elas representavam 60% das observações, no segundo, a representatividade obteve ligeira alta, passando para 70%. Esses dados corroboram a teoria de que, embora alguns municípios de fronteira consigam manter sua eficiência mesmo com os custos logísticos agregados, a maioria tende a piorar seu *score*, haja vista que o custo de deslocamento e a infraestrutura deficitária de armazenagem têm grande impacto na eficiência pós-colheita, o que já pôde ser observado no estudo de Correa e Ramos (2010).

### Avaliação Inter/Intragrupo e Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney

No Brasil, o custo logístico para o escoamento da produção de grãos em áreas de difícil acesso e afastadas de grandes centros é bastante elevado (CORREA; RAMOS, 2010), o que acaba por afetar a eficiência da produção de soja no país. Ao levar esse contexto em consideração, e como os níveis de eficiência medidos relativamente a uma fronteira não podem ser comparados com os relacionados a outra fronteira, analisou-se o desempenho dos municípios dos dois grupos em relação à metafronteira, sendo que os resultados estão registrados na Tabela 8.

**Tabela 8. Resumo Estatístico dos Resultados**

		Cenário	
		1	2
Eficiência Intergrupo (fronteira de grupo)	Média	0,83	0,64
	Desvio	0,12	0,16
	Mínimo	0,55	0,34
	Eficientes	12	5
Eficiência Intragrupo (metafronteira)	Média	0,82	0,61
	Desvio	0,11	0,16
	Mínimo	0,55	0,34
	Eficientes	8	4
Razão de <i>Gap</i> Tecnológico	Média	0,99	0,96
	Desvio	0,01	0,04
	Mínimo	0,95	0,78

Fonte: Dados de pesquisa.

Na Tabela 8, pode-se notar as diferenças entre os dois cenários. Na análise intergrupo, a quantidade de DMUs eficientes no segundo cenário é menor, conforme pode ser visualizado nas seções anteriores, sendo que esse número decresce de 12, no primeiro, para 5, no segundo. Além disso, como se esperava desde o ponto de vista teórico, as médias relativas à metafronteira do primeiro cenário são maiores que as do segundo, e os desvios padrão indicam que o primeiro é menos heterogêneo que o segundo. Esses resultados mostram que, quando se toma como referência a metafronteira, o primeiro cenário é o que apresenta a maior eficiência, ou

seja, a inclusão dos custos logísticos torna as unidades produtivas mais ineficientes.

Assim, ao se levar em consideração as médias dos dois cenários, pode deduzir-se que os impactos dos custos logísticos representam um decréscimo de aproximadamente 0,21 (0,82-0,61) na média da eficiência. Em outras palavras, com base nos dados analisados, a solução dos entraves logísticos, já identificados na literatura por Correa e Ramos (2010), poderia elevar a eficiência da sojicultora em algo em torno de 20%.

As estimativas da fronteira para cada grupo e da metafronteira permitem calcular a Razão de *Gap* Tecnológico, registrada na Tabela 8, que avalia a distância da fronteira de cada cenário à metafronteira. Como explicado na seção referente à metodologia, o incremento desse valor implica numa redução do hiato entre a fronteira do grupo e a metafronteira. A média da Razão de *Gap* Tecnológico do primeiro cenário é maior, confirmando mais uma vez que ele é o mais eficiente.

Para comprovar se efetivamente a diferença entre os dois cenários é significativa, utilizou-se o Teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney*, em que se levou em consideração o seguinte:

$H_0$ : Não existem diferenças entre os dois cenários;

$H_1$ : Existem diferenças entre os dois cenários;

O teste indicou um p-valor menor que 0,01. Isso sugere a não rejeição da hipótese  $H_0$ , ou seja, pode-se confirmar a existência de diferenças significativas entre os dois cenários. Sendo assim, certifica-se, de fato, o impacto dos custos logísticos na eficiência da sojicultora. De maneira complementar, observa-se ainda que há interseção entre as medianas e os 1º e 3º quartis no *boxplot*, o que comprova a distribuição diferente entre ambas as séries históricas.

### **Análises dos resultados do IPM**

Uma vez validado o impacto dos custos logísticos na eficiência da sojicultora, o seguinte passo foi a avaliação do desempenho da produtividade no tempo. Usou-se o Índice de Produtividade de Malmquist (IPM) com orientação ao produto para o primeiro cenário no período de 2007 a 2014. Os resultados médios dos Índices de Malmquist, da Mudança na Eficiência Técnica e da Mudança Tecnológica para os municípios avaliados estão registrados na Tabela 9. Conforme visto na seção referente à metodologia, os valores inferiores à unidade ( $< 1$ ) indicam a queda, ou seja, a variação negativa; os superiores à unidade ( $> 1$ ) correspondem ao crescimento; e os iguais a um ( $= 1$ ) mostram que não houve mudanças.

A média agregada do IPM dos municípios no período 2007-2014 indica um decréscimo de 8% da produtividade. Esse desempenho do IPM se deu em razão do retrocesso de 12% nas mudanças tecnológicas, cujo efeito foi amortecido pela evolução positiva da eficiência técnica (3%).

### **Tabela 9. Resultados para o Índice Malmquist - Orientação ao Produto**

DMU	Município	Índice de Malmquist	Mudança na Eficiência Técnica	Mudança Tecnológica
1	Barreiras	0.77	1.00	0.77
2	Rio Verde	0.99	1.04	0.95
3	Balsas	0.63	1.00	0.63
4	Unai	1.05	1.00	1.05
5	Primavera	0.99	1.15	0.86
6	Sapezal	1.29	1.10	1.17
7	Sorriso	0.89	1.00	0.89
8	Chapadão do Sul	0.85	0.97	0.88
9	Campo Mourão	1.03	1.10	0.94
10	Londrina	0.89	1.04	0.86
11	São Luiz Gonzaga	0.75	1.00	0.75
12	Passo Fundo	0.91	0.94	0.97
Média		0.91	1.03	0.88

Fonte: Dados de pesquisa.

A Tabela 9 evidencia que a minoria dos municípios mostrou progresso no IPM e destaca que existe ainda uma grande heterogeneidade entre as DMUs, com índices oscilando entre 1,29 e 0,63. Apenas três apresentaram taxas médias de crescimento positivas. Sendo assim, o município mais produtivo foi Sapezal, o que pode ser explicado pelo progresso nos índices de mudança tecnológica e na eficiência. Outra observação interessante nesse período, conforme os resultados mostrados na Tabela 9, é que o índice de mudanças na eficiência sugere que o efeito *catching-up* (relativo à incorporação do progresso técnico) poderia ser maior para um grande número de municípios, ou seja, existe uma margem que poderá ser atingida.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho estimou as fronteiras de eficiência e avaliou a produtividade dos principais municípios sojicultores brasileiros, utilizando-se do método da Análise Envoltória de Dados (DEA), da análise de janela com retornos constantes (CRS) e orientação à produção. Complementarmente, utilizou-se da abordagem de metafronteira e do teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney*, a fim de verificar o impacto dos custos logísticos de distribuição na eficiência dos municípios, modelando-se dois grupos: 1) cenário limitado à produção interna da propriedade e 2) cenário que incorpora ao desempenho da propriedade os custos logísticos de distribuição, aferidos pela receita média de sacas por hectare. Por fim, utilizou-se o Índice de Malmquist (IPM) visando a analisar a dinâmica dos níveis de produtividade e verificar a variação na eficiência técnica e a mudança tecnológica. A integração desses métodos mostrou-se adequada para estimar o desempenho da sojicultura e comprovar o impacto dos custos logísticos de distribuição na sua eficiência, bem como identificar quais municípios devem trabalhar na elevação dessa eficiência para se manter no mercado.

Os resultados mostram que, em média, a eficiência “dentro da fazenda” (primeiro cenário) está estimada em 82% do que poderia ser, enquanto que com a inclusão dos custos logísticos (segundo cenário) a eficiência se torna aproximadamente 62% do que seria, considerando a produtividade máxima. Sendo assim, os resultados também confirmam o impacto dos custos logísticos de distribuição na eficiência da sojicultura e indicam que a solução dos gargalos logísticos que o país enfrenta poderia elevá-la em 20%. Além disso, a média do IPM no período 2007-2014 aponta um decréscimo de aproximadamente 8% da produtividade nessa cultura, explicado pelo retrocesso de cerca de 12% nas mudanças tecnológicas, cujo efeito foi amortecido pela evolução positiva da eficiência técnica (3%).

A relevância desses resultados é tanto de ordem acadêmica quanto econômica e política. Pela perspectiva acadêmica, o trabalho contribuiu ao preencher uma lacuna no que tange ao estudo da eficiência da sojicultura relacionada ao impacto logístico nas regiões produtoras específicas. Do ponto de vista econômico e político, a presente pesquisa é relevante devido ao fato de que, a partir dela, os gestores públicos e privados terão à sua disposição dados e informações capazes de auxiliá-los nas tomadas de decisões, uma vez que o evidente nível de ineficiência e o significativo impacto dos custos logísticos de distribuição revelam a necessidade de intervenções que melhorem a competitividade da cadeia dessa cultura.

Cabe ainda destacar que existe um grande potencial de pesquisas no que se refere à eficiência da sojicultura no Brasil. Sendo assim, como sugestão de estudos futuros, pode-se citar trabalhos que destrinchem a influência de cada um dos fatores relacionados aos custos logísticos de distribuição, bem como desvendem os fatores determinantes da ineficiência além dos custos logísticos, e também que busquem determinar a inter-relação espacial da eficiência dos municípios sojicultores, principalmente com a utilização dos dados do próximo Censo Agropecuário.

Para finalizar, cabe ressaltar que alguns cuidados devem ser tomados no uso dos resultados encontrados, pois, de acordo com Rosano-Peña et al. (2012), o método DEA, como qualquer outra metodologia, possui limitações devido ao fato de ser uma técnica determinística e estimar a eficiência relativa. Logo, a DEA é muito susceptível aos dados utilizados e seus resultados estão condicionados às unidades avaliadas, às variáveis incluídas na pesquisa e ao pressuposto de que todos os demais fatores envolvidos são idênticos. Portanto, o acréscimo ou a exclusão de unidades e variáveis (*inputs* e *outputs*) pode acabar afetando os resultados encontrados.



**REFERÊNCIAS**

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de óleo vegetal. Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>>. Acesso em: 03 jan. 2017.

AGROSTAT. Estatística de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro – 2017. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>. Acesso em: 04 fev. 2017.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for the estimation of technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

CAVES, D.W.; CHRISTENSEN, L.R. ; DIEWERT, W.E. The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica*, Vol.50, No.6, pp.1393-1414. 1982

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. 1978.

COELLI, T. *A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program*. Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Australia, 1996.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. Grãos – Safra 2013/2014. 12º levantamento. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_09\\_10\\_14\\_35\\_09\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_setembro_2014.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2016.

COOK, W. D.; COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. *Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, reference and DEA-Solver software*. 1 ed. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2001.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references. *Springer Science & Business Media*. 2006.

CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 48, n. 2, p. 447-472, 2010.

FALCÃO, V. A.; CORREIA, A. R. Eficiência portuária: análise das principais metodologias para o caso dos portos brasileiros. *Journal of Transport Literature*, v. 6, n. 4, p. 133-146, 2012.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review*, v. 84, n. 1, p. 66-83, 1994.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistic Society, Series A (General)*, v. 120, p. 253-281, 1957.

- FREITAS, M. de C. M. de. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. *Enciclopédia Biosfera*, v. 07, n. 12, p. 1-12, 2011.
- GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. A. D. C.; MELLO, J. C. C. B. S. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 43, n. 4, p. 607-631, 2005.
- GROSSKOPF, S. The role of the reference technology in measuring productive efficiency. *The Economic Journal*, v. 96, n. 382, p. 499-513, 1986.
- HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. Induced innovation and agricultural development. *Staff Papers Series*, v. 71, n. 1, 1971.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=44](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44)>. Acesso em: 31 jan. 2017.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. *Produto Interno Bruto dos Municípios*. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=521880&idtema=152&search=goias%7Ccrio-verde%7Cproduto-interno-bruto-dos-municipios-2013>>. Acesso em: 11 fev. 2016.
- LAMPE, H. W.; HILGERS, D. Trajectories of efficiency measurement: A bibliometric analysis of DEA and SFA. *European Journal of Operational Research*, v. 240, n. 1, p. 1-21, 2015.
- O'DONNELL, C. J.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios. *Empirical Economics*, v. 34, n. 2, p. 231-255, 2008.
- OHIRA, T.; SCAZUFCA, P. Métodos de análise de eficiência de empresas para o setor de saneamento. In: *A Economia do Saneamento no Brasil*. São Paulo: Singular, 2009.
- RIO VERDE. Prefeitura Municipal. *Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. 2009. Disponível em: <<http://www.rioverdegoias.com.br/i.php?si=not&ler=2&id=4637>>. Acesso em: 11 fev. 2016.
- ROCHA, R. T.; REBELATTO, D. A. N.; DE CASTRO CAMIOTO, F. Análise da eficiência de fatores nos países do BRICS a partir da aplicação da Análise por Envoltória de dados. *Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace*, v. 6, n. 1, 2015.
- ROSANO-PEÑA, C. Um Modelo de Avaliação da Eficiência da Administração Pública através do Método Análise Envoltória de Dados (DEA). *Revista de Administração Contemporânea*, Curitiba, Paraná, v. 12, n. 1, p. 83-106, 2008.
- ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; CARVALHO, J. M. A eficiência dos gastos públicos em educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos. *Economia Aplicada*, v.16, n. 03, p. 421-443, 2012.

ROSANO-PEÑA, C.; DAHER, C. E.; MEDEIROS, O. R. Ecoeficiência e Impacto da Regulação Ambiental na Agropecuária Brasileira com Funções Distância Direcionais. In: *Encontro da ANPAD*, 37, 2013.

SICSÚ, A. B.; LIMA, J. P. R. Fronteiras agrícolas no Brasil: a lógica de sua ocupação recente. *Nova Economia*, v. 10, n. 01, p. 109-138, 2000.

TAVARES, Carlos Eduardo Cruz. *Fatores críticos à competitividade da soja no Paraná e no Mato Grosso*. Brasília: Conab, 2004.



Revista de Economia e Agronegócio - REA  
ISSN impresso: 1679-1614  
ISSN online: 2526-5539  
Vol. 16 | N. 1 | 2018

**Samuel A. C. Campos<sup>1\*</sup>**

**Alexandre B. Coelho<sup>2</sup>**

**Adriano P. Gomes<sup>3</sup>**

**Leonardo B. de Mattos<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal Fluminense,  
Instituto de Ciências da Sociedade e  
Desenvolvimento Regional, Campos  
dos Goytacazes, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Economia Rural,  
Viçosa, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Economia, Viçosa,  
Brasil

\* [samuelfcampos@id.uff.br](mailto:samuelfcampos@id.uff.br)

## DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA AMBIENTAL DE LONGO PRAZO PARA A PRODUÇÃO LÁCTEA MINEIRA

### RESUMO

Este estudo analisou as variáveis relacionadas à eficiência ambiental de longo prazo da produção láctea em Minas Gerais no ano de 2005. A análise de agrupamentos, a análise envoltória de dados e uma regressão quantílica foram utilizadas como métodos de estudo. Os resultados destacaram a predominância do baixo desempenho ambiental da produção láctea e a pequena influência dos mecanismos governamentais na melhoria desse cenário. Entretanto, também indicaram uma provável tendência à elevação da eficiência ambiental, haja vista que ela está associada positivamente ao aumento da produção diária, e a cadeia produtiva se encontra propensa ao crescimento da produção e à redução do número de produtores.

**Palavras-chave:** Eficiência Ambiental; Produção Láctea; Minas Gerais.

### ABSTRACT

This study examined the long run environmental efficiency for milk production in Minas Gerais in 2005 and some variables related to this efficiency. The cluster analysis, the data envelopment analysis and the quantile regression were used as methods of analysis. The results highlighted the prevalence of poor environmental performance of milk production and the small improve from government action on production environmental performance. However, results indicated a trend of increasing environmental efficiency, given that this is positively associated with increased daily production. This is true because the supply chain has a tendency to increase daily production and reduce the number of producers.

**Keywords:** Environmental Efficiency; Milk Production; Minas Gerais.

**JEL Code:** D22; Q12; Q50.

Recebido em: 12/05/2017  
Revisado em: 21/08; 16/10/2017  
Aceito em: 19/10/2017

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o impacto ambiental das atividades produtivas agropecuárias tem recebido crescente atenção, tendo em vista seu potencial de degradação do meio ambiente. O que se busca são atividades que tenham bons desempenhos ambiental e econômico<sup>1</sup>.

Para a produção leiteira, tal preocupação é de extrema relevância, uma vez que essa atividade traz como uma de suas consequências o desmatamento, por necessitar de áreas para a formação de pastagens e plantio de culturas para silagem ou feno (MOREIRA; ARAÚJO; FRANÇA, 2006). Além disso, o processo de digestão dos bovinos produz dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e outros gases de efeito estufa<sup>2</sup> (GEE), que são eliminados com os gases respiratórios (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA; CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL - CNPMA, 2006). Ademais, segundo Cederberg e Mattsson (2000), um dos principais efeitos da produção animal sobre o meio ambiente é a poluição por nitrogênio via lixiviação de nitratos e volatilização de amônia, provenientes do uso de fertilizantes e dos dejetos dos animais.

Acrescenta-se, ainda, o potencial de poluição dos recursos hídricos e do solo pelos dejetos produzidos pelo gado (*Bos taurus*) e seus constituintes minerais. A urina do gado e o estrume possuem grande quantidade do nitrogênio consumido pelos animais, entre 60 a 90%. Considerando que cada vaca animal urina de 10 a 12 vezes ao dia em uma área de 0,5 a 0,7 m<sup>2</sup>, essa quantidade seria equivalente à aplicação de 1 tonelada de nitrogênio por hectare (DI, CAMERON, 2000; 2002). A perda de nitrato (NO<sub>3</sub>) das pastagens, segundo Silva et al. (2005), é a principal causa de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, que aumenta à medida que fertilizantes são aplicados. Ademais, as emissões de nitrogênio no meio ambiente têm recebido pouca atenção e estariam acima da capacidade de resiliência dos ecossistemas, segundo Rockström et al. (2009).

O problema com a poluição pelo nitrogênio é importante na medida em que inclui alterações químicas e ecológicas nos sistemas aquáticos, o que coloca em risco a vida vegetal e dos peixes, diminuindo a pesca, e podendo também contaminar as águas subterrâneas, comprometer o valor estético e recreativo da água e contribuir para a formação da chuva ácida

---

<sup>1</sup> Desempenho econômico, neste estudo, é entendido como a capacidade de uma atividade produtiva gerar o maior lucro possível, dado um determinado uso de insumos. Já desempenho ambiental é entendido como a razão entre a menor emissão de nitrogênio possível (obtida dentre as propriedades da amostra) sobre a quantidade de nutriente efetivamente emitida (observada) pela propriedade rural em análise, de forma semelhante ao conceito tratado por Coelli, Lauwers e Van Huylenbroeck (2007), Ramilan (2008) e Ramilan, Scrimgeour e Marsh (2011).

<sup>2</sup> A pecuária leiteira também gera gases de efeito estufa pelo manejo do solo e desmatamento, utilização de combustíveis fósseis, etc. Entretanto, segundo Zen et al. (2008), apesar de a pecuária leiteira ser responsável pela emissão de aproximadamente 1mg de CO<sub>2</sub> equivalente/ha, essa atividade apresenta um elevado potencial de sequestro, que pode atingir 0,78 mg de CO<sub>2</sub> equivalente/ha, por meio do correto manejo das pastagens.

(REINHARD; LOVELL; THIJSSSEN, 1999; DI; CAMERON, 2000; RAMILAN, 2008; VITOUSEK et al., 2009).

Apesar desses problemas, poucos trabalhos têm se preocupado com essa questão no Brasil. O enfoque ainda é quase exclusivamente sobre o desempenho técnico e econômico, como abordado por Carvalho (2016), Gomes (1999), Gonçalves et al. (2008) e Helfand e Levine (2004). A análise do desempenho técnico tem utilizado o conceito de eficiência técnica<sup>3</sup>, que se refere à capacidade de uma firma obter a máxima produção, dado um conjunto de insumos. Considerando a orientação insumo, é possível responder qual deveria ser a redução na quantidade utilizada de insumos (por uma firma ineficiente tecnicamente) sem modificar a quantidade produzida. Já a avaliação do desempenho econômico, faz uso da definição de eficiência econômica<sup>4</sup>. Ela trata da minimização do custo da produção e responde qual a redução da quantidade utilizada dos insumos (pelos produtores ineficientes economicamente) necessária para minimizar o custo de produção, sem reduzir a quantidade produzida.

No exterior, entretanto, há um conjunto de trabalhos que enfatiza o desempenho ambiental (AGOSTINO, 2016; COELLI; LAUWERS; VAN HUYLENBROECK, 2007; RAMILAN, 2008; REINHARD; LOVELL; THIJSSSEN, 1999). Neles, o desempenho ambiental tem sido analisado mediante a incorporação de uma variável de poluição à análise, tanto como insumo quanto como “mau” produto, conforme abordado em Piot-Lepetit, Vermersch e Weaver (1997). Todavia, essa abordagem, como destacado por Coelli, Lauwers e Van Huylenbroeck (2007), assume implicitamente a ideia de que a redução da poluição só pode ocorrer por meio do aumento de um ou mais insumos ou por meio da redução de um ou mais produtos. Segundo esses autores, essa pressuposição desconsidera o fato de que uma firma pode alterar sua combinação de insumos de forma a minimizar a poluição e, conjuntamente, diminuir o custo de produção. Essa abordagem também não seria consistente com o balanço de materiais<sup>5</sup>.

Nesse sentido, o presente estudo utiliza o mecanismo de mensuração da eficiência ambiental, proposto por Coelli, Lauwers e Van Huylenbroeck (2007), que sugere que ela seja calculada pela razão da quantidade mínima de nutriente possível sobre a quantidade de nutriente efetivamente emitida pela propriedade rural analisada. Considera-se como impacto ambiental as emissões de nitrogênio comumente usadas na análise do desempenho

---

<sup>3</sup> A eficiência técnica, com a pressuposição de retornos constantes à escala orientada a insumos, pode ser calculada pelo modelo:  $Min_{\lambda, \theta} \theta$ , s.a.  $-y + Y\lambda \geq 0$ ,  $\theta x - X\lambda \geq 0$ ,  $\lambda \geq 0$ , em que “x” denota o vetor de insumos, “y”, o vetor de produção, Y e X são as matrizes de produtos e insumos, e  $\theta$  é um escalar (eficiência técnica).

<sup>4</sup> Essa medida pode ser calculada por meio do problema  $Min_{\lambda, x^*} wx^*$ , s.a.  $-y + Y\lambda \geq 0$ ,  $x^* - X\lambda \geq 0$ ,  $\lambda \geq 0$  em que  $x^*$  é o vetor dos insumos que minimiza o custo total e “w” o vetor de preços.

<sup>5</sup> Ver Coelli, Lauwers e Van Huylenbroeck. (2005; 2007) para a demonstração e maiores detalhes.

ambiental (HOANG, 2011; LANGEVELD et al., 2007; POWELL et al., 2010). Esse indicador permite responder qual deverá ser a redução no uso de insumos (pelos produtores ineficientes ambientalmente) de forma a minimizar as emissões, mantendo a quantidade produzida constante.

Nesse contexto, podemos analisar a eficiência ambiental da produção láctea de Minas Gerais, que é o estado com maior número de estabelecimentos agropecuários dedicados a essa atividade – 223.073 ou 40% do total (IBGE, 2006) –, sendo também o que possuía o maior número de vacas ordenhadas no Brasil – em média 25% do total –, e o maior produtor de leite no período de 1994 a 2015 (IBGE, 2017). Assim, Minas Gerais é o estado mais importante no cenário da produção láctea nacional e, dessa forma, estudos como este são relevantes para avaliar a eficiência ambiental dessa atividade.

Diversas características socioeconômicas e produtivas dos estabelecimentos agropecuários podem influenciar seu desempenho ambiental. Conforme Hardoim e Gonçalves (2003), quanto mais especializado o sistema produtivo, maior é a poluição ambiental, uma vez que raças com características leiteiras tendem a permanecer por mais tempo no curral. Segundo Di e Cameron (2002), a intensidade da produção também pode resultar no aumento das emissões de nitrogênio, em virtude do maior uso de fertilizantes nitrogenados e da maior produção de resíduos. Por sua vez, a melhoria da capacidade dos produtores em administrar a atividade produtiva, por meio de treinamentos e assistência técnica, possibilitaria a adequação da alimentação do rebanho e menores emissões.

A atividade leiteira pode ser classificada, segundo a tecnologia de produção, em produção intensiva ou extensiva. Segundo o SEBRAE/FAEMG (1996) e a FAEMG (2006), os sistemas extensivos são aqueles em que a alimentação é baseada no pastejo com suplementação volumosa na seca, havendo pequena produção, menor produtividade e baixa capitalização. Os sistemas intensivos são aqueles em que o rebanho, composto por animais de raça de aptidão genética para a produção láctea, é confinado com alimentação à base de silagem e ração concentrada, de nível tecnológico mais elevado e maior capitalização, alcançando maior produtividade (FAEMG, 2006).

Nesse sentido, a produção leiteira é caracterizada por grande heterogeneidade, segundo Siqueira et al. (2010). Alguns produtores adotam técnicas modernas, como ordenhadeira mecânica e tanque de resfriamento, com rebanho específico para a produção de leite, alcançando maior produção e produtividade, e obtendo um maior rendimento para a mão de obra contratada e familiar, segundo a FAEMG (2006). Como estratégia para reduzir o risco da atividade, outros produtores (menores e de menor capitalização) possuem rebanho de dupla aptidão (leite e corte), obtendo, conseqüentemente, uma menor produção e baixa produtividade.

Assim, essas características devem ser consideradas no estudo da eficiência ambiental da produção láctea mineira, o que permite relacionar as aptidões das propriedades mais ou menos eficientes e indicar quais aspectos poderiam ser estimulados pelas políticas públicas, aumentando a eficiência ambiental da produção.

O objetivo deste trabalho é calcular a eficiência ambiental de longo prazo da produção láctea mineira no ano de 2005 e analisar a relação entre as características das propriedades e dos produtores, as políticas públicas (crédito rural, assistência técnica, etc.) e a eficiência ambiental de longo prazo. Tem-se como hipótese o pressuposto de que a eficiência ambiental de longo prazo é baixa entre os produtores analisados, uma vez que eles não recebem pela conservação dos recursos naturais e também possuem conhecimentos limitados quanto à quantidade de nitrogênio ingerida pelos animais e seu respectivo potencial de contaminação e degradação ambiental. Espera-se também que os sistemas intensivos apresentem eficiência ambiental menor do que os sistemas extensivos.

O presente artigo inova em relação à literatura supracitada ao analisar a eficiência ambiental da produção láctea do estado de Minas Gerais, maior estado produtor em 2015, utilizando a metodologia proposta por Coelli, Lauwers e Van Huylenbroeck (2005; 2007), que se baseia na abordagem do balanço de materiais. Não há estudos que tratam dessa temática, e trabalhos semelhantes utilizam metodologias não adequadas quando é possível utilizar o balanço de materiais, segundo esses autores. Além disso, a literatura não faz distinção entre eficiência de curto e longo prazo, ponto tratado neste estudo, que calculou a eficiência de longo prazo e também identificou seus determinantes. A seguir, apresenta-se o referencial teórico, seguido da metodologia na seção 3 e da discussão dos resultados na seção 4. A seção 5 expõe as conclusões do artigo, seguidas das referências bibliográficas.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Este estudo utilizou o modelo teórico proposto por Coelli, Lauwers e Van Huylenbroeck. (2005; 2007) na mensuração do desempenho ambiental dos produtores e a abordagem de Barua et al. (2004) para o cálculo do desempenho ambiental de longo prazo.

### Eficiência Ambiental: a Abordagem por Balanço de Materiais

O balanço de nutrientes é calculado pela quantidade de nutrientes que entra na fazenda como insumos, menos a quantidade que sai da fazenda na forma de produtos. Assim como em Coelli, Lauwers e Van Huylenbroeck (2005; 2007)<sup>6</sup>, considere uma firma que produz um vetor de produtos  $y \in \mathbb{R}_+^m$ ,  $m = 1, 2, \dots, M$ , usando um vetor de insumos  $x \in \mathbb{R}_+^k$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$ . A fronteira de possibilidades de produção  $T$  é definida como:

$$T = \{(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in \mathbb{R}_+^{k+m} \mid \text{tal que } \mathbf{x} \text{ produz } \mathbf{y}\} \quad (1)$$

em que  $\cdot$  é uma tecnologia de produção. Define-se a variável excesso,  $z \in \mathbb{R}_+$ , como uma função linear dos produtos e dos insumos:

<sup>6</sup> Para detalhes adicionais e discussão das propriedades do modelo, consultar Coelli, Lauwers e Van Huylenbroeck, op. cit.



$$z = a'x - b'y \quad (2)$$

em que  $a$  e  $b$  são vetores ( $K \times 1$  e  $M \times 1$ ) de constantes conhecidas não negativas, correspondendo, respectivamente, ao conteúdo de nutrientes presente nos insumos e nos produtos (RAMILAN, 2008). Se considerarmos o vetor produto  $y$  como dado para um  $i$ -ésimo produtor, o excesso de nutrientes será reduzido se o nutriente agregado dos insumos ( $N = a'x$ ) for minimizado<sup>7</sup>.

Então, tendo em vista o vetor  $a \in \mathbb{R}_+^k$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$ , a minimização dos nutrientes pode ser definida por (3):

$$N(y, a) = \min_x \{a'x \mid (x, y) \in T\} \quad (3)$$

O vetor de insumos relativo à quantidade mínima de nutrientes é denotado por  $x_e$ , a quantidade mínima agregada de nutrientes é representada por  $a'x_e$  e o vetor dos nutrientes agregados observados é dado por  $a'x$ . A eficiência ambiental (EE) para determinada firma  $i$  é definida por (4):

$$EE = a'x_e / a'x \quad (4)$$

A eficiência ambiental (EE) irá assumir valores entre 0 e 1. O valor 1 indica que a firma é eficiente ambientalmente, e valores menores que 1 indicam que, haja vista a tecnologia disponível, é possível produzir com menor nível de emissão.

### **Eficiência Ambiental no Longo Prazo**

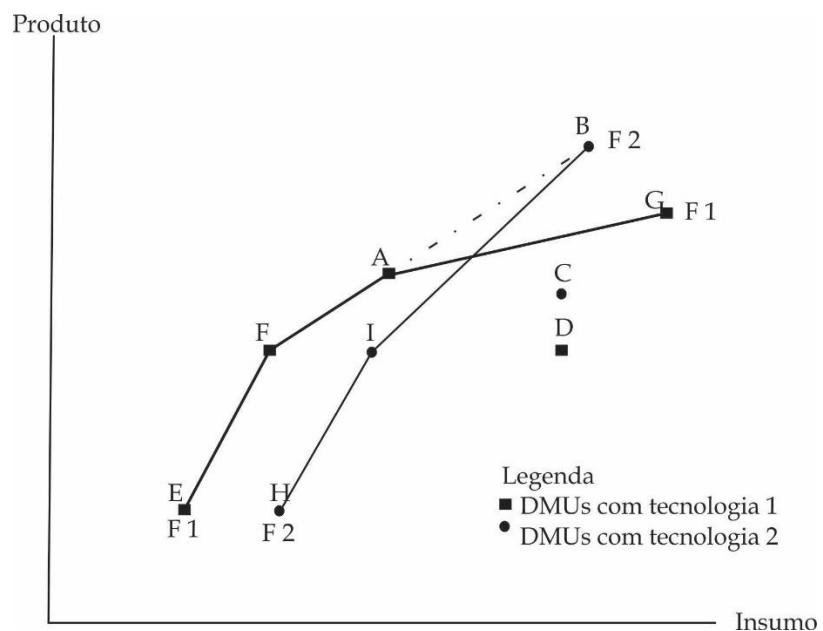
Os produtores estão sujeitos a restrições de curto prazo que não permitem mudanças em sua tecnologia de produção, no tamanho da planta e em outros insumos fixos. Assim, eles podem apresentar tecnologias e estruturas de custos variadas no curto prazo (BLANCARD et al., 2006), devendo suas decisões serem analisadas tanto no longo quanto no curto prazo (BINGER; HOFFMAN, 1998).

A formação de novas áreas de pastagem, a construção de um novo estábulo e a compra e instalação de um sistema de ordenha mecânica são exemplos de fatores tecnológicos que não podem ser alterados rapidamente pelo produtor rural (consideradas alterações de longo prazo). Ademais, os produtores agropecuários têm uma capacidade limitada de mover sua produção para um local mais produtivo, conforme O'Donnell, Rao e Battese (2008). Esses fatores também podem definir um sistema como intensivo (no qual os animais ficam a maior parte do tempo confinados em uma pequena área) ou extensivo (sistema de produção baseado nas pastagens, em que os animais obtêm o alimento pelo pastejo).

---

<sup>7</sup> Apesar dessa pressuposição, a capacidade de absorção e síntese de aminoácidos e proteínas, por meio do nitrogênio presente na alimentação dos bovinos, varia em função das condições dos animais, da dieta, da maturação da forragem, dentre outros fatores. Nesse sentido, o cálculo representa uma aproximação da eficiência ambiental das propriedades, haja vista a complexidade que envolveria o cálculo das emissões de nitrogênio dos produtos.

As restrições tecnológicas de curto prazo devem ser consideradas na análise da ineficiência produtiva, haja vista que parte dela pode ser atribuída aos modelos tecnológicos de menor produtividade. Considere dois grupos de firmas e suas respectivas fronteiras de produção (poliangulares) de curto prazo representadas por F1 e F2 (Figura 1). Elas foram sobrepostas como forma de destacar a diferença na produtividade decorrente da tecnologia de produção. A curva envoltória de F1 e F2 é a fronteira de possibilidades de produção de longo prazo (em que não há restrições de tecnologia), representada pelos seguimentos  $\overline{EF}$ ,  $\overline{FA}$  e o segmento pontilhado  $\overline{AB}$ . Os pontos "E", "F", "A", "D" e "G" denotam o produto utilizando a tecnologia 1. Os pontos "C", "H", "I" e "B" demonstram a produção segundo a tecnologia 2.



**Figura 1. Fronteiras de produção poliangulares de curto e longo prazo.**

Fonte: Barua et al. (2004).

A fundamentação teórica proposta por Barua et al. (2004)<sup>8</sup> é semelhante à abordagem de metafronteira apresentada por O'Donnell, Rao e Battese (2008), em que estes definiram a existência de grupos de produtores com subtecnologias e suas respectivas fronteiras de possibilidades de produção. O'Donnell, Rao e Battese (2008) supõem que restrições regulatórias, ambientais ou de recursos impeçam os produtores de escolher dentre o conjunto total de tecnologias de produção disponíveis. Nesse ponto, Barua et al. (2004) consideram a existência dessas limitações, mas a associam explicitamente às restrições de mudança tecnológica de curto prazo.

Assim, podemos definir a fronteira de possibilidades de produção T para cada n-grupo como (O'DONNELL; RAO; BATTESE, 2008):

<sup>8</sup> Outros autores utilizaram a abordagem proposta por Barua et al. (2004), como Cooper et al. (2008) que calcularam a eficiência de curto e longo prazo de bancos chineses.

$$T^n = \{(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in R_+^{k+m} \mid \text{tal que } \mathbf{x} \text{ pode ser usado por firmas do grupo } n \text{ para produzir } \mathbf{y}\}$$

E suas respectivas propriedades:

- (i) se  $(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in T^n$  para qualquer  $n$  então  $(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in T$ ;
- (ii) se  $(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in T$  então  $(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in T^n$  para algum  $n$ ;
- (iii)  $T = \{T^1 \cup T^2 \cup \dots \cup T^n\}$ ;

Essas propriedades seguem do fato de que o conjunto de produção de cada grupo  $T^n(\mathbf{x}), k = 1, 2, \dots, n$ , que em Barua et al. (2004) refere-se ao curto prazo, é um subconjunto do produto irrestrito.

Assim, um produtor representado pelo ponto "I" sobre a fronteira de possibilidades de produção F2, e que emprega a tecnologia 2, é eficiente tecnicamente segundo a sua tecnologia, mas será considerado ineficiente tecnicamente se as diferenças tecnológicas não forem consideradas. Isso o levaria a realizar um ajuste na alocação dos recursos, objetivando alcançar a fronteira F1, o que não seria possível para a sua tecnologia e poderia resultar em ineficiência técnica, alocativa, econômica ou ambiental.

Ademais, quando as restrições de curto prazo não são consideradas, não é possível discriminar entre a eficiência de curto prazo e a de longo prazo, tampouco avaliar se ações de curto prazo seriam suficientes para corrigir as ineficiências ou se seriam necessárias ações de longo prazo. Essa discriminação permite que práticas de correção de maior eficácia e melhor planejadas sejam implementadas. Nesse sentido, Barua et al. (2004) propuseram uma abordagem de análise do desempenho no curto e no longo prazo com duas importantes propriedades: (i) toda ineficiência técnica que possa existir no curto prazo é eliminada no longo prazo; e (ii) a fronteira de longo prazo é, pelo menos, tão eficiente quanto a fronteira de curto prazo para cada produtor analisado, ou seja,  $D^n(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \geq D(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  para todo  $n = 1, 2, \dots, n$ , em que  $D$  denota a função distância, conforme proposto por O'Donnell, Rao e Battese (2008).

## METODOLOGIA

Inicialmente, foram formados dois grupos de produtores por meio da análise de agrupamentos. Posteriormente, os vetores de insumos de menor emissão de curto prazo foram calculados por meio da análise envoltória de dados. Esses vetores, por sua vez, foram utilizados na estimação da eficiência ambiental de longo prazo. Por fim, a relação entre as variáveis socioeconômicas e produtivas e o desempenho ambiental de longo prazo foi analisada utilizando a regressão quantílica.

## Análise de agrupamentos

Os grupos foram construídos utilizando a análise de agrupamentos ou clusters por meio do método de k-médias. Trata-se de um método iterativo que divide os produtores em k grupos ou clusters, definidos previamente.

Segundo o StataCorp (2015), o procedimento inicia determinando aleatoriamente uma observação a cada k grupo; em seguida, calcula-se a distância euclidiana de cada observação da amostra em relação ao centroide (média) de cada um dos k grupos; então, aloca-se o elemento ao grupo mais próximo; novamente, calcula-se o centroide de cada grupo e a distância de cada elemento ao centro de cada grupo, e aloca-se o elemento ao grupo mais próximo. O procedimento continua até que todas as observações sejam designadas a um dos k grupos e permaneçam no mesmo grupo em relação à etapa imediatamente anterior.

A distância euclidiana entre duas observações  $i$  e  $j$  pode ser calculada, conforme Everitt et al. (2011), da seguinte maneira:

$$d_{ij} = \left[ \sum_{n=1}^p (x_{in} - x_{jn})^2 \right]^{1/2} \quad (5)$$

em que  $x_{in}$  e  $x_{jn}$  são, respectivamente, os  $n$ -ésimos valores da observação  $p$ -dimensional para os indivíduos  $i$  e  $j$ , sendo que a distância entre  $i$  e  $j$  é a mesma que entre  $j$  e  $i$ .

Para evitar que o tamanho da operação influencie os escores fatoriais e a análise de agrupamentos, as variáveis<sup>9</sup> (Tabela 1) foram divididas pelo número de vacas, pela área destinada à produção láctea, etc., de forma semelhante ao executado por Alvarez et al. (2008). A escolha dos denominadores para cada variável foi tal que esta retratasse a relação capital/vaca, a intensidade do sistema produtivo ou o sistema de produção empregado (intensivo ou extensivo).

---

<sup>9</sup> Nesta pesquisa, por exemplo, as variáveis "Instalação.v" e "Máquinas.v" apresentaram correlação de 61,6%, "Vacasp" e "Concentrado.v", de 67%, e "Cocho.a" e "Pastagens.a", de -85,9%. Entretanto, conforme Mingoti e Lima (2006), o método de k-médias não é sensível à correlação entre as variáveis utilizadas.

**Tabela 1. Variáveis utilizadas na formação dos agrupamentos**

Variável	Descrição
Instalação.v	Valor das benfeitorias <sup>10</sup> utilizadas para o gado de leite em R\$/ano, ponderado pelo percentual de utilização pelo gado de leite, dividido pelo número de vacas secas e lactantes, em cabeças, considerando a depreciação linear;
Máquinas.v	Valor das máquinas e equipamentos <sup>11</sup> utilizados para o gado de leite em R\$/ano, ponderado pelo percentual de utilização pelo gado de leite, dividido pelo número de vacas secas e lactantes, em cabeças, considerando a depreciação linear;
Vacas.p	Número de vacas secas e lactantes, em cabeças, dividido pela soma da área com pastagem natural e pastagem formada, em hectares (ha);
Pastagens.a	Razão entre a soma da área com pastagem natural e formada, em hectares, e a área total da propriedade destinada à pecuária de leite;
Cocho.a	Razão entre a soma da área com cana de açúcar, capineira, milho e sorgo para silagem, destinados à pecuária de leite, em ha, e a área total da propriedade destinada à pecuária de leite;
Vacas.c	Número de vacas secas e lactantes, em cabeças, dividido pela soma da área com cana de açúcar, capineira, milho e sorgo para silagem, destinados à pecuária de leite, em ha;
Concentrado.v	Razão entre as despesas no último ano com concentrados <sup>12</sup> , em reais, e o número de vacas secas e lactantes, em cabeças;
Minerais.v	Razão entre as despesas no último ano com minerais <sup>13</sup> , em reais, e o número de vacas secas e lactantes, em cabeças;
Familiar.a	Razão entre as despesas com mão de obra familiar destinada à pecuária leiteira no último ano, em reais, e a área total da propriedade destinada à pecuária de leite, em ha;
Familiar.v	Razão entre as despesas com mão de obra familiar destinada à pecuária leiteira no último ano, em reais, e o número de vacas secas e lactantes, em cabeças;
Contratada.a	Razão entre as despesas com mão de obra contratada no último ano, destinada à pecuária leiteira, em reais, e a área total da propriedade destinada à pecuária de leite, em ha;
Contratada.v	Razão entre as despesas com mão de obra contratada no último ano, destinada à pecuária leiteira, em reais, e o número de vacas secas e lactantes, em cabeças;
Variação	Variação percentual da produção média por produtor em relação às "águas".

Nota: As letras "v", "p", "c" e "a", após o nome das variáveis, denotam que o denominador da relação é, respectivamente: número de vacas; área com pastagens; área com cana de açúcar, capineira, milho e sorgo para silagem; e área total da propriedade destinada à pecuária de leite.

<sup>10</sup> Curral, sala de ordenha, estábulo, coberta para manejo, tronco, silo, bezerreiro, cercas perimetrais e internas, sala de máquinas, casa sede, tanque de resfriamento e outras.

<sup>11</sup> Picadeira de forrageira, pulverizador, resfriador, botijão de sêmen, carroça, ordenhadeira mecânica, ensiladeira, trator, arado, grade, balança, equipamento para irrigação, utensílios para ordenha, motocicleta, tanque individual, tanque coletivo, tanque de imersão e outros.

<sup>12</sup> Concentrado comercial para vacas em lactação, para vacas falhadas, para bezerras e para novilhas; milho debulhado com palha e sabuco; fubá de milho; farelo de arroz; farelo de algodão; farelo de soja; ureia pecuária e melaço.

<sup>13</sup> Sal comum; concentrado mineral; sal mineral; farinha de ossos; fosfato bicálcio; mistura preparada na fazenda e outras.

## Análise Envoltória de Dados

Para a estimação dos escores de eficiência ambiental, foram utilizados vetores de produtos e insumos<sup>14</sup> (Tabela 2).

**Tabela 1. Variáveis utilizadas na estimação da eficiência ambiental, Minas Gerais, 2005**

Variável	Descrição
Leite (produto)	Quantidade de leite vendida e consumida pela família, em litros;
Animais (produto)	Quantidade de gado vendida e consumida pela família, em cabeças;
Fornagem (insumo)	Quantidade de forragem, em quilos de matéria seca, fornecida aos animais, incluindo a produção de forragem oriunda da capineira, silagem de milho, silagem de sorgo, <i>Brachiaria decumbens</i> , cana de açúcar e pastagem natural (capim gordura e capim Jaraguá);
Concentrados (insumo)	Somatório da alimentação fornecida ao rebanho, em quilos, incluindo concentrado comercial para vacas lactantes, para vacas falhadas, para bezerros e para novilhas, milho debulhado com palha e sabuco, fubá de milho, farelo de arroz, farelo de algodão, farelo de soja, farelo de trigo, ureia pecuária e melaço.

A eficiência ambiental e o vetor de insumos de mínima emissão de nutrientes foram obtidos por meio da equação (6), conforme Coelli, Lauwers e Van Huylenbroeck. (2007):

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\lambda, x_i^e} \mathbf{a}'_i \mathbf{x}_i^e \\ & \text{Sujeito a } -\mathbf{y}_i + \mathbf{Y}\boldsymbol{\lambda} \geq 0; \\ & \mathbf{x}_i^e - \mathbf{X}\boldsymbol{\lambda} \geq 0; \\ & \boldsymbol{\lambda} \geq 0 \end{aligned} \tag{6}$$

em que  $\mathbf{y}_i$  denota o vetor de produção, e  $x^e$  é o vetor dos insumos que minimiza as emissões dos nutrientes para cada  $i$ -ésimo produtor,  $\mathbf{Y}$  e  $\mathbf{X}$  são as matrizes de produtos e insumos, respectivamente, e “ $\mathbf{a}$ ” representa o vetor das quantidades de nitrogênio dos insumos (Anexo 1). A equação (6)

<sup>14</sup> É importante destacar que a pecuária leiteira é praticada, na sua maioria, de forma extensiva. Sistemas extensivos apresentam baixa taxa de ocupação (número de cabeças por área). A Análise Envoltória de Dados permite controlar, explicitamente, esse diferencial, ao se incorporar, como insumos ao modelo, o número de cabeças e a área. Entretanto, como o número de vacas não gera entradas de nitrogênio no sistema, essa variável não pode ser considerada. Contudo, o modelo, implicitamente, controla o diferencial entre os sistemas extensivos e intensivos, ao incorporar aos vetores de insumos a forragem (de maior importância para sistemas extensivos) e os concentrados (mais importante para sistemas intensivos).

pressupõe retornos constantes de escala, entretanto, conforme Coelli, Lauwers e Van Huylenbroeck (2005), a versão com retornos variáveis à escala pode ser obtida acrescentando a restrição de convexidade  $\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1$  a essa mesma equação.

O problema de programação linear (6) foi aplicado a cada grupo de produtores e, assim, o cálculo da eficiência ambiental considerou a fronteira de produção de cada um. Esse problema de programação automaticamente calcula os vetores de insumos (concentrados e forragens) que resultam em emissões mínimas de nitrogênio no curto prazo.

Posteriormente, esses vetores de insumos que minimizam as emissões de nitrogênio, obtidos na etapa anterior (no curto prazo), foram agrupados em uma única base de dados, o que equivale a considerar uma única fronteira de produção. A equação (6) foi aplicada novamente a todos esses dados e a eficiência ambiental de longo prazo foi então calculada como (COELLI, LAUWERS; VAN HUYLENBROECK, 2005):

$$EE = a_i' x_i^* / a_i' x_i \quad (7)$$

em que  $x_i^*$  e  $x_i$  são, respectivamente, a quantidade de insumos que minimizam a emissão de nitrogênio no longo prazo e a quantidade empregada pelos produtores.

### Regressão Quantílica

A análise da relação entre as variáveis pressupostas como associadas às medidas de eficiência tem comumente utilizado o modelo Tobit ou a regressão linear clássica. Entretanto, esses métodos são sensíveis a *outliers*, uma vez que a matriz de covariância é estimada com a pressuposição de normalidade. Esses modelos pressupõem ainda homocedasticidade, ou seja, a variância condicional  $\text{Var}(y|x)$  é assumida como sendo uma constante para todos os valores da matriz de variância-covariância, e o modelo falha quando a variável resposta é assimétrica (HAO; NAIMAN, 2007). Um modelo robusto a esses inconvenientes e que captura as mudanças de localização e inclinação das curvas é a regressão quantílica, introduzida por Koenker e Bassett Júnior (1978). Esse método permite distinguir diferenças de importância e de relação das variáveis sobre a mediana e sobre os quantis altos e baixos da variável dependente, permitindo assim uma caracterização mais rica dos dados (HAO; NAIMAN, 2007; CAMERON; TRIVEDI, 2009).

Feitas essas considerações, foi estimada a regressão quantílica em forma linear da seguinte maneira:

$$Q_\theta(Y_i : X_i) = X_i' \beta_\theta, \quad \theta \in (0,1) \quad (8)$$

em que  $Q_\theta(Y_i : X_i)$  representa o  $\theta$  quantil da variável dependente condicional (eficiência ambiental), dada a matriz de regressores  $X$  de variáveis associadas às características dos produtores, da propriedade e de políticas públicas sobre o desempenho ambiental (Tabela 3).

A regressão quantílica, para o  $\theta$ -ésimo quantil,  $0 < \theta < 1$ , é definida como qualquer solução para a minimização do problema (KOENKER; BASSETT JÚNIOR, 1978):

$$\min_{\beta \in \mathbb{R}} n^{-1} \left\{ \sum_{i \in \{i: y_i \geq x_i \beta\}} \theta |y_i - x_i \beta| + \sum_{i \in \{i: y_i < x_i \beta\}} (1 - \theta) |y_i - x_i \beta| \right\} \quad (9)$$

As variáveis explicativas relacionadas à profissionalização do produtor (“Administrador” e “Controle”) buscam captar a importância da capacitação em relação à eficiência. É esperado um relacionamento positivo entre essas variáveis e a eficiência ambiental, uma vez que uma maior profissionalização estaria relacionada à utilização racional dos insumos, buscando evitar desperdícios, com consequente redução dos dejetos. As variáveis “Raça” e “Variação” buscam captar a especialização do sistema produtivo e do sistema de manejo. Supõe-se uma relação negativa entre a variável “Raça” e a eficiência ambiental, uma vez que raças com características leiteiras tendem a permanecer no curral, consumir grande quantidade de alimentos e produzir dejetos que se acumulam e apresentam capacidade de poluição ambiental, como destacam Haridoim e Gonçalves (2003). As dietas características de sistemas intensivos de produção, baseadas em alimentos de maior percentual proteico, como silagem e ração, resultam em maior emissão de amônia, conforme Smits et al. (1995).

Presume-se uma relação negativa para a variável “Intensidade”, uma vez que uma maior intensidade da produção resultaria em maior geração de dejetos. Ademais, Di e Cameron (2002) destacam que o aumento da intensidade da produção agropecuária está associado, principalmente, à maior utilização de fertilizantes nitrogenados e resíduos orgânicos. Dessa forma, a intensidade da produção foi analisada, tomando como proxy o número total de vacas por hectare, como referenciado em Alvares et al. (2008).

As variáveis “Treinamento”, “Assistência12”, “Assistência36”, “Assistência6”, “Experiência”, “Escolaridade” e “Administrador” foram incluídas como forma de captar suas relações com a eficiência, esperando-se que estas sejam positivas. Entre as justificativas para essa expectativa, como pontuado por Tauer (1993), está a melhoria da capacidade dos produtores em interpretar as variações do mercado e, dessa forma, alocar da melhor maneira os insumos com base nos preços relativos. No contexto ambiental, os produtores seriam capazes de perceber as demandas ambientais advindas da sociedade mais rapidamente e melhor.

Considerando a discussão de Alvares et al. (2008) e Cabrera, Solís e Corral (2010), foram incluídas as variáveis “Produtividade das vacas”, “Produtividade da mão de obra” e “Lactantes”, como estratégia de avaliação da associação entre o rendimento do sistema produtivo e o desempenho ambiental dos produtores. Espera-se uma relação positiva entre essas variáveis e a eficiência ambiental, dado que, como esses autores concluíram, propriedades de maior produtividade produzem mais leite por vaca, por alimento consumido e por hectare, e, também, são mais fáceis de administrar.



**Tabela 2. Variáveis da regressão quantílica e descrição**

Variável	Descrição
Eficiência Ambiental (EE)	Estimativa para o desempenho ambiental de longo prazo da produção láctea na propriedade rural (equação 7), em forma percentual.
Variáveis Explicativas	
Idade	Idade do produtor, em anos.
Idade2	Idade do produtor, em anos, elevada ao quadrado, buscando captar efeitos não lineares.
Escolaridade	Nível de escolaridade do produtor, em anos de estudo.
Experiência	Período, em anos, em que o fazendeiro produz leite.
Principal	Variável binária que assume valor 1 se a atividade láctea é a principal atividade produtiva (considerando a receita total) e 0, caso contrário.
Administrador	Variável binária que assume valor 1 se a propriedade possui administrador contratado e 0, caso contrário.
Distribuição	Razão entre o tempo do proprietário destinado à atividade láctea e o tempo total destinado a todas as atividades desenvolvidas pelo produtor.
Controle	Variável binária que assume valor 1 se o produtor possui algum controle administrativo da atividade e 0, caso contrário.
Treinamento	Variável binária que assume valor 1 se o produtor participou de algum treinamento no último ano e 0, caso contrário.
Raça	Percentual das vacas leiteiras com características raciais de "7/8 HZ" a Puro Holandês e outras raças europeias.
Variação	Variação da produção média de leite entre a produção das "águas" e da "seca", como <i>proxy</i> da qualidade da alimentação.
Intensidade	Razão entre o número total de vacas (em lactação e secas) e a área total da propriedade, destinada à produção láctea em hectares.
Assistência12	Variável binária que recebe valor 1 se o técnico visitou a propriedade uma ou duas vezes no ano e 0, caso contrário.
Assistência36	Variável binária que recebe valor 1 se o técnico visitou a propriedade de três a seis vezes no ano e 0, caso contrário.
Assistência6	Variável binária que recebe valor 1 se o técnico visitou a propriedade mais de seis vezes no ano e 0, caso contrário.
Crédito	Variável binária que recebe valor 1 se o produtor utilizou o crédito rural e 0, caso contrário.
Prod.vacas	Produção total de litros de leite ao ano, incluindo o leite consumido pela família, pelos animais e nos laticínios, dividido pelo número de vacas lactantes, em cabeças.
Prod.trabalho	Receita total com a atividade leiteira dividida pela quantidade de mão de obra para o manejo do rebanho, em equivalente dias/homem, sendo 1 dia/mulher ou 1 dia/criança considerados como 0,8 dia/homem.
Etrato2	Variável binária que assume valor 1 se são produzidos de 50 a 200 litros/dia e 0, caso contrário.
Etrato3	Variável binária que assume valor 1 se são produzidos de 200 a 500 litros/dia e 0, caso contrário.
Etrato4	Variável binária que assume valor 1 se são produzidos de 500 a 1000 litros/dia e 0, caso contrário.
Etrato5	Variável binária que assume valor 1 se são produzidos mais que 1000 litros/dia e 0, caso contrário.
Sucessão1	Variável binária que assume valor 1 se o produtor acredita que o filho vá continuar na atividade leiteira e 0, caso contrário.
Grupo	Variável binária que assume valor 1 se o produtor está classificado no grupo 1 e 0, caso contrário.
Distância	Distância da propriedade à sede do município, em km.

Foram adicionadas variáveis *dummies* para captar a diferença da eficiência ambiental entre os estratos. No contexto da eficiência econômica, Tauer e Mishra (2006) argumentaram que o custo de produção dos pequenos produtores poderia ser maior por existir apenas uma tecnologia, adequada aos grandes produtores, e assim haver um superdimensionamento da atividade produtiva. No contexto da eficiência ambiental, a tecnologia utilizada pode ser inadequada à escala de produção dos pequenos produtores, levando a maiores emissões de nitrogênio. O segundo componente refere-se à ineficiência econômica dos produtores, que, de acordo com os autores citados, não utilizam a relação correta de insumos, dado seus preços relativos. Para a eficiência ambiental, esse componente seria interpretado como se os produtores utilizassem a relação incorreta de forrageiras/concentrados, considerando o vetor de nitrogênio. Os estratos de produção (“Estrato2”, “Estrato3”, “Estrato4” e “Estrato5”) foram definidos tal como no “Diagnóstico da Pecuária Leiteira no Estado de Minas Gerais em 2005” (FAEMG, 2006).

Como forma de captar variações nos escores de eficiência entre os grupos de produtores, não explicadas pelas variáveis incorporadas na regressão quantílica, foi adicionada uma variável *dummy* referente ao grupo no qual o produtor está inserido.

### Fonte de Dados

Os dados utilizados no estudo são provenientes do “Diagnóstico da Pecuária Leiteira no Estado de Minas Gerais em 2005” (FAEMG, 2006) e compreendem 1.000 produtores comerciais de leite do estado, sendo a amostra estratificada segundo dois critérios: quantidade produzida de leite e número de produtores.

Todas as mesorregiões do estado foram incluídas na pesquisa, uma vez que há produção láctea em todas. Pela combinação dos dois critérios de estratificação, determinou-se as amostras como sendo 440, 354, 140, 40 e 26 produtores com produções diárias de até 50 litros, de 50 a 200 litros, de 200 a 500 litros, de 500 a 1.000 litros e acima de 500 litros, respectivamente, totalizando 1.000 produtores.

Os dados obtidos permitem o estudo detalhado dos produtores rurais, uma vez que foram coletadas informações retratando todos os seus aspectos produtivos e de suas propriedades. A amostra inclui o perfil do produtor, características socioeconômicas, adoção de tecnologias, recursos disponíveis para a atividade, tipo de alimentação, preços recebidos e custo dos insumos, conhecimento do produtor e fonte de informação sobre a atividade, indicadores financeiros, etc. Esses dados permitem, assim, a análise ambiental dos produtores.

Entretanto, foram retiradas aquelas observações referentes a produtores que declararam não possuir vacas leiteiras ou área destinada ao rebanho, e não utilizar mão de obra ou concentrados, para o período de análise. Foram aceitos, na amostra, produtores que não possuíssem área com pastagem, desde que apresentassem área destinada à produção de volumosos para a

alimentação no cocho, como milho, cana, etc., dispusessem recursos na compra de concentrados ou os produzissem na propriedade. Também foram aceitos, na amostra, aqueles produtores que não utilizavam suplementos minerais e mão de obra familiar, desde que empregassem mão de obra contratada, e vice-versa. Após esses procedimentos, a amostra total contou com 850 produtores.

## RESULTADOS

Inicialmente, foram formados os grupos por meio da análise de agrupamentos ou clusters. Observando-se os valores médios para as variáveis utilizadas na formação dos agrupamentos (Tabela 4), pode-se aferir que o primeiro grupo é formado por produtores mais capitalizados, que trabalham com produção intensiva e utilizam maior proporção de mão de obra familiar. Os produtores do grupo 1 apresentam instalações e máquinas de maior valor por cabeça, maior número de vacas por área de pastagens e por área de forrageiras picadas fornecidas ao rebanho (variável “Vacas.c”) e empregam maior quantidade de mão de obra familiar. O grupo 2 é aquele formado por produtores de menor capitalização (“Instalação.v” e “Máquinas.v”), de produção extensiva (“Vacas.p”, “Pastagens”, “Cocho”, “Vacas.c” e “Concentrado.v”) e que utilizam maior proporção de mão de obra contratada.

**Tabela 4. Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise de agrupamentos, por grupos, Minas Gerais, 2005.**

Variáveis / Estatísticas	Descrição	Grupo 1	Grupo 2
Instalação.v	R\$/cabeças	278,51	109,69
Máquinas.v	R\$/cabeças	226,24	86,13
Vacas.p	Cabeças/ha	7,57	1,29
Pastagens	%	68,68	83,06
Cocho	%	28,65	14,09
Vacas.c	Cabeças/ha	15,72	9,64
Concentrado.v	R\$/cabeças	320,45	213,63
Minerais.v	R\$/cabeças	45,48	33,19
Familiar.a	R\$/ha	1361,72	160,61
Familiar.v	R\$/cabeças	527,18	187,45
Contratada.a	R\$/ha	63,76	71,92
Contratada.v	R\$/cabeças	18,40	77,67
Variação	%	153,25	138,91
Número de produtores		46	804

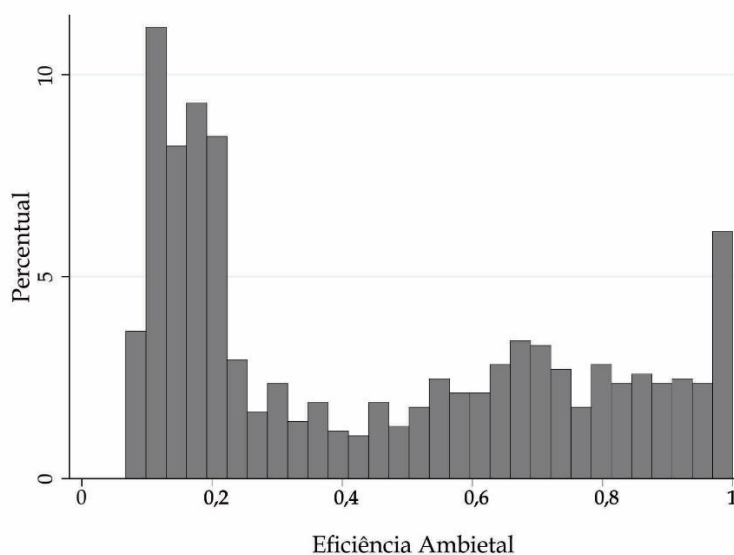
Fonte: Resultados da pesquisa.

A robustez desse resultado pode ser verificada quando se considera que, pela classificação dos agrupamentos, os produtores são predominantemente extensivos. Segundo o SEBRAE/FAEMG (1996) e a FAEMG (2006), os sistemas extensivos são predominantes na produção de

leite em que a alimentação é baseada no pastejo com suplementação volumosa na seca, com pequena produção, pouca produtividade e baixa capitalização.

Tomando os agrupamentos, o desempenho ambiental de curto prazo foi calculado para cada grupo de produtor sob a pressuposição de retornos variáveis à escala, como indicado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (KOLMOGOROV, 1933; SMIRNOV, 1933). O teste apresentou valores calculados de 0,5 e 0,78 para os grupos 1 e 2, respectivamente, com nível de significância de 1%, o que permitiu rejeitar a hipótese nula de retornos constantes. Esse resultado indica que há ineficiência de escala (BANKER; NATARAJAN, 2004). Após o cálculo das ineficiências de curto prazo, essas foram corrigidas e o desempenho ambiental de longo prazo foi estimado. O valor médio da eficiência foi de 45,31 (desvio padrão de 30,90).

A distribuição dos escores de eficiência ambiental (Figura 2) indica que os produtores se concentraram na calda inferior, sendo que 43,76% deles obtiveram escore de eficiência maior que 50% e apenas 4,35% foram eficientes (escore igual à unidade).



**Figura 1. Distribuição percentual dos escores de eficiência ambiental de longo prazo, Minas Gerais, 2005.**

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Comparando o valor médio de produtos e insumos utilizados pelos produtores eficientes e ineficientes (Tabela 5), pode-se notar que, apesar de os primeiros utilizarem uma maior quantidade de alimentos, fornecendo mais nitrogênio ao rebanho e gerando maior emissão total, o nível de produção é proporcionalmente maior do que o dos produtores ineficientes. Estes, por sua vez, podem reduzir, proporcionalmente, o uso de concentrados e volumosos, mitigando as emissões, sem com isso diminuir a quantidade produzida. Essa ineficiência pode advir de falhas de informação e da forma como os insumos são utilizados, segundo Piot-Lepetit, Vermersch e Weaver (1997), bem como de dificuldades de gestão

da propriedade rural, além da ineficiência de escala (BANKER; NATARAJAN, 2004).

**Tabela 3. Comparação entre os produtores eficientes e ineficientes ambientalmente, quanto à receita e aos insumos, média por produtor, Minas Gerais, 2005**

Variáveis	Dimensão	Grupo de Produtores		Razão (%)
		Eficientes	Ineficientes	
Leite	Litros	465.224,20	128.065,20	28%
Animais	Cabeças	292,92	16,57	6%
FORAGEIS	Quilos	576.307,30	57.154,26	10%
Concentrado	Quilos	35.893,76	1.199,52	3%

Fonte: Resultados da pesquisa.

A eficiência de escala<sup>15</sup> média dos produtores foi de 36,8%, sendo que 25% dos ineficientes estão operando com retornos crescentes à escala e os demais (75%) estão produzindo com retornos decrescentes à escala. Assim, conforme Ferreira e Gomes (2009), a maior proporção dos produtores ineficientes ambientalmente está operando acima da escala ótima, o que indica, segundo eles, a necessidade de adoção de tecnologias mais avançadas. Após a correção da ineficiência presente no curto prazo, resultante do uso inadequado dos insumos, o desempenho ambiental se mantém baixo (Figura 2), o que denota a necessidade de ações de longo prazo.

Esses resultados demonstram a baixa capacidade dos produtores em adequar o sistema produtivo em relação, por exemplo, à área e à qualidade das pastagens e dos demais alimentos fornecidos, à genética do rebanho e a outros fatores que podem ser alterados apenas no longo prazo. Esse baixo desempenho ambiental pode ser consequência da inadequação da tecnologia para a minimização das emissões de nitrogênio presente na alimentação fornecida ao rebanho pelos produtores, preocupação não usual no pensamento produtivo.

Ademais, a principal preocupação dos produtores rurais reside na rentabilidade da atividade, uma vez que eles não são pagos pelos serviços ambientais prestados. Assim, buscam dimensionar a tecnologia e a produção, almejando a máxima renda e não o mínimo impacto ambiental. Essa indicação é corroborada pelo escore médio da eficiência técnica com retornos variáveis e orientação insumo<sup>16</sup>. Seu valor médio foi de 68,77%, superior à eficiência ambiental em 23,45 pontos percentuais. Desse modo, busca-se uma tecnologia que maximize a produção e não que minimize as emissões de nitrogênio.

<sup>15</sup> Conforme Ferreira e Gomes (2009), a medida da ineficiência de escala pode ser obtida por meio da razão  $EE_{RCE}/EE_{RVE}$ , em que  $EE_{RCE}$  e  $EE_{RVE}$  representam a eficiência ambiental com pressuposição de retornos constantes e retornos variáveis, respectivamente.

<sup>16</sup> Ver Ferreira e Gomes (2009, p. 132) para detalhe da estimação.

A partir dos escores de eficiência ambiental de longo prazo, a relação entre o desempenho ambiental e as características socioeconômicas e do sistema de produção foi estimada por meio da regressão quantílica para os quantis 0,1, 0,5 e 0,9 (Tabela 6). As variáveis “Principal”, “Treinamento”, “Administrador”, “Distância” e “Sucessão” foram excluídas do modelo por não serem estatisticamente significativas, isolada (teste t) e conjuntamente (teste F) ao nível de significância de 1%<sup>17</sup>. Destaca-se que, apesar da diferença aparente dos parâmetros estimados, apenas os relativos a “Escolaridade”, “Controle”, “Crédito”, “Prod.vacas”, “Estrato2”, “Estrato4”, “Estrato5” e “Grupo” foram estatisticamente diferentes entre os quantis estimados ao nível de significância de, pelo menos, 9% pela estatística de Wald.

**Tabela 6. Estimativas para as regressões quantílicas para a eficiência ambiental de longo prazo para os produtores leiteiros, Minas Gerais, 2005.**

Coeficientes / Quantis	q,1	q,5	q,9
Intercepto	42,143***	95,531***	99,871***
Idade	-0,186***	-0,166	0,001
Idade2	0,002***	0,002	0,001
Escolaridade	0,062**	0,224***	0,159**
Experiência	0,013	0,051**	-0,029
Distribuição	-1,085***	-1,726*	-1,485
Controle	1,049***	-0,327	-0,625
Assistência12	0,774***	0,906	0,428
Assistência36	0,191	0,706	1,623*
Assistência6	-0,3	0,496	-0,397
Crédito	-0,297	1,16	-0,226
Variação	0,186	0,26	-0,234
Intensidade	0,181	0,269	0,15
Raça	1,508	1,066	3,798**
Prod.vacas	0,0003**	0,001***	0,00012
Prod.trabalho	3,9E-05	0,000024	-2,2E-06
Estrato2	-0,5*	26,857***	42,017***
Estrato3	58,996***	59,507***	61,757***
Estrato4	76,324***	70,716***	68,717***
Estrato5	82,719***	74,534***	72,423***
Grupo	-28,946**	-78,475***	-75,572***

Notas: \*\*\* Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%; e \* Significativo a 10%. A estimação da matriz de covariância utilizou a pressuposição de erros “não identicamente distribuídos” – extremamente eficientes segundo Koenker e Bassett Júnior (1978).

Fonte: Resultados da pesquisa.

<sup>17</sup> Para os quantis 0,1, 0,5, e 0,9 as estatísticas obtidas foram  $F(5,734) = 0,41$ ,  $F(5,734) = 0,73$  e  $F(5,734) = 0,23$ , respectivamente.

O intercepto capturou os valores condicionais da eficiência ambiental nos diversos quantis para produtores com produção de até 50 litros por dia, que não participaram de treinamento no último ano, não utilizaram crédito rural, não receberam assistência técnica e estão enquadrados no grupo 2 (extensivo).

De forma geral, as variáveis explicativas apresentaram, aparentemente, pequeno efeito sobre o desempenho ambiental de longo prazo dos produtores. Todavia, quando se considera esse efeito para os produtores com baixos escores de eficiência ambiental, por exemplo de 10%, se esse produtor obtiver um aumento na eficiência de 2 pontos percentuais, isso corresponderá a um ganho de 20% no seu desempenho.

Os resultados indicaram que quanto maior a escala de produção, maior a eficiência ambiental e menor, proporcionalmente à produção, é a emissão de nitrogênio. Essa pode ser uma indicação de que a tecnologia empregada pelos grandes produtores pode gerar, proporcionalmente, menos emissões. Esse resultado é interessante, uma vez que a cadeia produtiva apresenta tendência à redução no número dos produtores e ao aumento da produção diária, o que contribuiria para a elevação da eficiência ambiental.

A redução e a concentração da produção seriam reflexos do pagamento diferenciado por volume, qualidade e regularidade de entrega, do aumento dos custos de produção e da diminuição dos preços do leite (FAEMG, 2006). O número de fornecedores para a Itambé, que, segundo a FAEMG (2006), pode ser utilizado como um indicativo da produção de Minas Gerais e do Brasil no ano de 2002, correspondia a 6.010 produtores, que entregavam em média de 334 litros/dia (MILK POINT, 2011). Esse quantitativo reduziu para 4.705 em 2016, mas a produção média entregue aumentou para 574 litros (LEITE BRASIL, 2017).

A variável "Idade" apresentou relação dada pela equação  $0,002*Idade^2 - 0,186*Idade$ , formando assim uma parábola em forma de "U", com raízes iguais a 0 e 93, e ponto mínimo com valor igual a 46,5. Assim, entre 0 e 46,5 anos, há uma relação negativa entre eficiência ambiental e idade. A cada ano a mais do produtor, a eficiência ambiental aumenta, a partir dos 46,5 anos. Contudo, somente haverá um efeito positivo entre idade e eficiência ambiental para aqueles produtores com mais de 93 anos, o que não possui significado para este estudo, uma vez que a idade mais alta entre os produtores é 87 anos.

Entre as variáveis de apoio governamental (crédito rural e programa de assistência técnica), foi significativa apenas a assistência técnica para 1 a 2 visitas do técnico a propriedades dos produtores de menor desempenho (quantil 0,1), e 3 a 6 visitas aos produtores de maior eficiência (quantil 0,9). Assim, essas ações devem ser focadas apenas naqueles sistemas produtivos de menor e maior desempenho, sendo que os resultados indicaram também que não há ganhos de eficiência ambiental se o extensionista ou técnico visitar a propriedade mais de seis vezes ("Assistencia6"). Esse resultado indica a necessidade de reformulação desses instrumentos de ação governamental sob a perspectiva ambiental.

A produtividade por vaca foi significativa estatisticamente para os quantis 0,1 e 0,5, mas não foi considerável do ponto de vista econômico, dada a sua pequena relação com a eficiência ambiental. Seria necessário, no mínimo, um ganho de produtividade de 1.000 litros/dia/vaca para que a eficiência ambiental aumentasse 1 ponto percentual.

A variável “Raça”, que capturou a relação entre a especialização do rebanho para a produção láctea e a eficiência ambiental, indicou que essa foi positiva e estatisticamente significativa, mas apenas para os produtores de maior desempenho ambiental. Assim, apesar de os animais com raças especializadas tenderem a permanecer no curral e consumir grande quantidade de alimentação, como destacaram Hardoim e Gonçalves (2003), eles podem apresentar uma maior eficiência na conversão de alimento em leite, uma vez que utilizam menos calorias no deslocamento pelo pasto em busca de alimento. Contudo, a intensificação da produção não apresentou relação estatisticamente significativa.

A variável que trata do controle administrativo da produção de leite apresentou relação positiva e estatisticamente significativa apenas para os produtores de menor nível de eficiência ambiental. Esses são também os produtores que menos fazem uso de algum tipo de controle (35%), contra a média dos produtores (50%). Para os produtores de menor eficiência, o controle da produção láctea pode resultar em um fornecimento de alimentos ao rebanho de forma mais racional.

A variável “Grupo” foi estatisticamente significativa para todos os quantis e indicou que a eficiência dos produtores intensivos (grupo 1) é menor que a eficiência dos produtores extensivos, tudo mais constante, sendo que para os produtores de menor desempenho, a diferença média da eficiência entre extensivos e intensivos é menor.

Esses resultados são importantes na medida em que chamam a atenção para o baixo desempenho ambiental dos produtores e para a necessidade de que esse desempenho seja considerado na formulação e execução de ações para sua melhoria.

Para os produtores de baixo desempenho, incentivos à profissionalização (controle administrativo e produtividade das vacas), à escolarização e ao dimensionamento do sistema produtivo para aumento da escala de produção seriam ações recomendadas. Para os produtores de desempenho mediano, o aumento da escolaridade, o incentivo a ganhos de produtividade do rebanho e ao aumento da escala, e as novas tecnologias adaptadas a essa maior produção seriam as estratégias mais recomendadas. Para os produtores de maior desempenho (incluindo os eficientes), uma maior especialização do rebanho para a produção láctea, o aumento da escala de produção e da escolaridade, e a visita do técnico extensionista à propriedade de 3 a 6 vezes por ano permitiria ganhos de eficiência.

Convém destacar que essas modificações seriam feitas no longo prazo, ou seja, o aumento da escala poderia ser acompanhado de mudança tecnológica na propriedade, bem como a produção extensiva poderia se dar na forma de sistemas agrosilvopastoris, o que contribuiria para a redução



dos impactos ambientais e também para o aumento da receita agropecuária dos produtores.

## CONCLUSÕES

As estimativas para a eficiência ambiental de longo prazo indicaram o baixo desempenho dos produtores e demonstraram a necessidade de medidas de correção na forma como eles utilizam os insumos nos estabelecimentos agropecuários, para reduzir os impactos ambientais. A ação governamental é uma das estratégias que emerge como sendo capaz de elevar a eficiência ambiental da atividade láctea. Como forma de avaliar essa e outras estratégias, foi estimada a regressão quantílica.

As estimativas indicaram que a sensibilidade da eficiência ambiental de longo prazo depende do desempenho de cada produtor, e que a concepção e o foco dos mecanismos de ação governamental devem levar este fato em consideração: produtores de maior desempenho foram mais sensíveis a alguns mecanismos, enquanto produtores de menor desempenho foram mais sensíveis a outras variáveis. Assim, a resposta ambiental dos produtores a mudanças no sistema produtivo depende do seu desempenho.

De forma geral, as variáveis de maior impacto sobre a eficiência ambiental foram aquelas que tratam da produção diária. As estimativas indicaram que quanto maior a produção diária, maior a eficiência ambiental dos produtores. Corroborando a hipótese da pesquisa, os produtores intensivos apresentaram menor eficiência ambiental do que os produtores extensivos.

Contudo, a pecuária leiteira pode impactar negativamente o meio ambiente de outras formas: erosão do solo, uso hídrico, degradação das pastagens, emissão de CO<sub>2</sub> e metano, entre outras. Apesar da limitação deste estudo em focar apenas no impacto ambiental proveniente das emissões de nitrogênio, assunto não tratado no contexto nacional, esses outros fatores citados têm recebido maior atenção na literatura. Ademais, muitos desses impactos não seriam compatíveis com a abordagem de balanço de materiais, inviabilizando a sua incorporação à análise deste estudo, salvo aqueles relativos a outras formas de emissões, como a de CO<sub>2</sub>. Entretanto, para viabilizar a análise deste fator, seria necessário determinar os pesos relativos de equivalência das emissões, ou seja, quantas unidades de CO<sub>2</sub> emitidas equivalem à degradação ambiental ocasionada por uma unidade de nitrogênio. Diante disso, este estudo focou apenas nas emissões de nitrogênio, destacando somente os seus efeitos sobre o meio ambiente.

Assim, o baixo desempenho ambiental da produção láctea chama a atenção, e os mecanismos de ação governamental devem ser reformulados focando no comportamento de cada produtor, se o objetivo for a redução das emissões pela atividade produtiva. Todavia, os resultados indicaram que o aumento da produção diária apresenta influência positiva sobre a eficiência ambiental, e como há uma tendência à elevação da produção diária no país, criam-se perspectivas para o crescimento da eficiência ambiental pela própria evolução e dinâmica dessa cadeia produtiva.

## AGRADECIMENTOS

Os autores Alexandre B. Coelho e Leonardo B. de Mattos agradecem o apoio financeiro do CNPq, por meio de Bolsa de Produtividade de Pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINO, M. Organic Agriculture, Greenhouse Gas Emissions and Environmental Efficiency: An Empirical Study on OECD Countries. *International Journal of Economics and Finance*, Toronto, v. 8, n. 11, p. 78-95, Nov. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.5539/ijef.v8n11p78>>. Acesso em: 20 set. 2015.
- ALVAREZ, A. et al. Does Intensification Improve the Economic Efficiency of Dairy Farms? *Journal of Dairy Science*, New York, NY, v. 98, n.9, p. 3693-3798, Sep. 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.3168/jds.2008-1123>>. Acesso em: 15 jun. 2012.
- BANKER, R.D.; NATARAJAN, R. Statistical tests based on DEA efficiency scores. In: COOPER, W.; SEIFORD, L.; ZHU, J. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. New York: Kluwer Academic Publishers Inc, p. 265-298, 2004, chapter. 11.
- BARUA, A. et al. DEA evaluations of long- and short-run efficiencies of digital vs. physical product “dot com” companies. *Socio-Economic Planning Sciences*, Kidlington, v 38, n. 4, p. 233-253, Dec. 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.seps.2003.10.002>>. Acesso em: 5 jun. 2012.
- BICHO ON LINE. *Derrubando o custo de produção de silagem*. 2011. Disponível em <<http://www.bichoonline.com.br/artigos/ps0018.htm>>. Acesso em 10 mar 2011.
- BINGER, B.R; HOFFMAN, E. *Microeconomics with calculus*. 2<sup>nd</sup> ed. New York, NY: Addison Wesley Longman, 1998. 633 p.
- BLANCARD, S. et al. Short- and long-run credit constraints in french agriculture: a directional distance function framework using expenditure-constrained profit functions. *American Journal of Agricultural Economics*, Cary, n. 88, v. 2, p. 351-364, May 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2006.00863.x>>. Acesso em: 10 jan. 2012.
- CABRERA, V.E.; SOLÍS, D. CORRAL, J. Determinants of technical efficiency among dairy farms in Wisconsin. *Journal of Dairy Science*, New York, NY, v 93, n. 1, p. 387-393, Jan. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2307>>. Acesso em: 21 fev. 2012.
- CAMERON, A.C; TRIVEDI, P.K. *Microeconometrics using Stata*. College Station, Texas: Stata Press, 2009. 692 p.
- CARVALHO, J.B. *Desempenho da produção agropecuária dos municípios pertencentes ao escritório de desenvolvimento rural de Andradina/SP*. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira.

CEDERBERG, C.; MATTSSON, B. Life cycle assessment of milk production – a comparison of conventional and organic farming. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 8, n. 1, p. 49-60, Feb. 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(99\)00311-X](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(99)00311-X)>. Acesso em: 28 mar. 2012.

COELLI, T.; LAUWERS, L.; VAN HUYLENBROECK, G. Environmental efficiency measurement and the materials balance condition. *Journal of Productivity Analysis*, New York, NY, v. 28, n.1-2, p. 3 - 12, Oct. 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11123-007-0052-8>>. Acesso em: 15 set 2010.

COELLI, T.; LAUWERS, L.; VAN HUYLENBROECK, G. *Formulation of technical, economics and environmental efficiency measures that is consistent with the materials balance condition*. Queensland: School of Economics, University of Queensland, Nov. 2005. 38 p. (Working Paper Series, 06/2005).

COOPER, W.W. et al. Are state-owned banks less efficient? A long- vs. short-run Data Envelopment Analysis of Chinese banks. *International Journal of Operational Research*, Olney, UK, v. 3, n. 5, p. 533-556, Jan. 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1504/IJOR.2008.019167>>. Acesso em: 17 fev. 2012.

DI, H.J.; CAMERON, K.C. Calculating nitrogen leaching losses and critical nitrogen application rates in dairy pasture systems using a semi-empirical model. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Singapore, v. 43, n.1, p. 139 - 147, Mar. 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/00288233.2000.9513415>>. Acesso em: 20 set. 2012.

\_\_\_\_\_. Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Dordrecht, Netherlands, v. 46, n. 3, p. 237-256, Nov. 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/A:1021471531188>>. Acesso em:

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Utilização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos*. Campo Grande, MS: Embrapa, 1997. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD23.html>>. Acesso em: 10 mar 2011 (Gado de Corte Divulga, 23).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Ureia na alimentação de vacas leiteiras*. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2007, 33 p. (Documentos, 186)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA; CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL - CNPMA. *Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa – Emissões de metano da pecuária*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006. 76p.

EVERITT, B.S. et al. *Cluster Analysis*. 5<sup>th</sup> ed. New York: Wiley, 2011. 346p.

FAEMG – FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005*. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. 156p.

FERREIRA, C.M.C.; GOMES, A.P. *Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações*. Viçosa, MG: Editora UFV. 2009. 389 p.

GOMES, A. P. *Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital*. 1999. 161 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

GONÇALVES, R.M.L. et al. Analysis of technical efficiency of milk-producing farms in Minas Gerais. *Revista de Economia Aplicada*, São Paulo, SP, v. 12, n. 2, p. 321-335, abr./jun. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-80502008000200007>>. Acesso em: 25 set. 2010.

HAO, L.; NAIMAN, D.Q. *Quantitative Applications in the Social Sciences: Quantile regression*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. 2007. 125 p.

HARDOIM, P.C.; GONÇALVES, A.D.M.A. Avaliação do potencial do emprego do biogás nos equipamentos utilizados em sistemas de produção de leite. In ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas, SP. *Anais eletrônicos...* Campinas: NIPE/UNICAMP, 2003. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022000000100053&lng=en&nrm=iso](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000100053&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 5 set. 2010.

HELFAND, M.S.; LEVINE, E.S. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. *Agricultural Economics*, Hoboken, NJ, v. 31, n.2-3, p. 241-249, Dec. 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agecon.2004.09.021>>. Acesso em: 5 set. 2010.

HOANG, V. Measuring and decomposing changes in agricultural productivity, nitrogen use efficiency and cumulative exergy efficiency: Application to OECD agriculture. *Ecological Modelling*, Amsterdam, v. 222, n. 1, p. 164-175, Jan. 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.09.032>>. Acesso em: 27 mar. 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Agropecuário 2006*. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?z=p&co=2>>. Acesso em: 20 jun. 2012.

\_\_\_\_\_. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/94>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

ITAMBÉ. *Linha bovinos de leite*. Disponível em: <<http://www.itambe.com/Cmi/Pagina.aspx?1042>>. Acesso em: 13 maio 2011.

KIRCHOF, B. *Alimentação da vaca leiteira: tabelas de necessidades do rebanho, tabelas de nutrientes dos alimentos, exemplo de cálculo, doenças metabólicas, alimentos*. Guaiabá: Editora Agropecuária, 1997. 111 p.

KOENKER, R.; BASSETT JÚNIOR, G. Regression Quantiles. *Econometrica*, Chichester, UK, v. 46, n. 1, p. 33-50, Jan. 1978.

KOLMOGOROV, A. N. Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. *Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari*, Heidelberg, v. 4, p. 83-91, 1933.

LANGEVELD, J.W.A. et al. Evaluating farm performance using agri-environmental indicators: recent experiences for nitrogen management in the Netherlands. *Journal of Environmental Management*, London, v. 82, n. 3, p. 363-376, Feb. 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.11.021>>. Acesso em: 17 set. 2010.

LEITE BRASIL – ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE LEITE. *20º ranking maiores empresas de laticínios do Brasil - 2016*. Disponível em: <<http://www.leitebrasil.org.br/maiores%20laticinios%202016final.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2017.

LOPES, B.A. *O Capim-Elefante*. Disponível em: <<http://www.forragicultura.com.br/arquivos/capimelefanteBruna.pdf>>. Acesso em: 10 mar 2011.

MILKPOINT. *Maiores empresas de laticínios - Brasil - 2004*. Disponível em: <[http://www.milkpoint.com.br/mn/girolacteo/fotos/gi\\_110505.htm](http://www.milkpoint.com.br/mn/girolacteo/fotos/gi_110505.htm)>. Acesso em: 16 jun. 2011.

MINGOTI, S.A.; LIMA, J.O. Comparing SOM neural network with Fuzzy c-means, K-means and traditional hierarchical clustering algorithms. *European Journal of Operational Research*, Amsterdam, v. 174, n. 3, p. 1742-1759, Nov. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.03.039>>. Acesso em: 27 jan. 2010.

MOREIRA, J.N.; ARAÚJO, G.G.L.; FRANÇA, C.A. Potencial de produção de leite em pastagens nativas e cultivadas no semi-árido. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 10., 2006, Petrolina, PE. *Anais...* Petrolina: SNPA, 2006, p. 61- 79.

O'DONNELL, C.J.; RAO, D.S.P.; BATTESE, G.E. Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios. *Empirical Economics*, Heidelberg, v. 34, n. 2, p. 231-255, Mar. 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00181-007-0119-4>>. Acesso em: 22 set. 2017.

PIOT-LEPETIT, I. VERMERSCH, D.; WEAVER, R. Agriculture's environmental externalities: DEA evidence for French agriculture. *Applied Economics*, Abingdon, v. 29, n. 3, p.331-338, Oct. 1997. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/000368497327100>>. Acesso em: 27 fev. 2010.

POWELL, J.M. et al. Nitrogen use efficiency: a potential performance indicator and policy tool for dairy farms. *Environmental Science & Policy*, New York, NY, v. 13, n. 3, p. 217 - 228. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.03.007>>. Acesso em: 9 set. 2012.

RAMILAN, T. *Improving water quality through environmental policies and farm management: an environmental economics analysis of dairy farming in Karapiro Catchment*. 2008. 249 f. Tese (Doctor of Philosophy on Economics) - University of Waikato, New Zealand.

RAMILAN, T.; SCRIMGEOUR, F.; MARSH, D. Analysis of environmental and economic efficiency using a farm population micro-simulation model. *Mathematics and Computers Simulation*, North-Holland (Netherlands), v.81, n. 7, p.1344-1352, Mar. 2011.

REINHARD, S.; LOVELL, C.A.K.; THIJSSEN, G. Econometric estimation of technical and environmental efficiency: An application to Dutch dairy farms. *American Journal of Agricultural Economics*, Cary, NC, v. 81, n. 1, p. 44-60, Feb. 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1467-8454.2004.00243.x>>. Acesso em: 27 fev. 2010.

ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity. *Nature*, London, UK, v. 461, n. 7263, p. 472 – 475. Sept. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/461472a>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

SEBRAE-MG - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS/FAEMG - FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: SEBRAE-MG/FAEMG, 1996. 102 p.

SILVA, R.G. et al. Lysimeter study to investigate the effect of dairy effluent and urea on cattle urine N losses, plant uptake and soil retention. *Water, Air, and Soil Pollution*, Dordrecht, v.164, n. 1-4, p. 57-78, June 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11270-005-2249-7>>. Acesso em: 27 fev. 2010.

SIQUEIRA, K.B. et al. *O mercado lácteo brasileiro no contexto mundial*. Juiz de Fora: Embrapa. 2010. 12 p. (Circular Técnica, 104).

SMIRNOV, N. V. Estimate of deviation between empirical distribution functions in two independent samples. *Bulletin Moscow University*, Moscow, v. 2, p. 3-16. 1933. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF01262717>>. Acesso em: 27 jan. 2010.

SMITS, M.C.J. et al. A. Effect of protein nutrition on ammonia emission from a cubicle house for dairy cattle. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 44, n. 2, p. 147-156, Nov. 1995. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0301-6226\(95\)00068-6](https://doi.org/10.1016/0301-6226(95)00068-6)>. Acesso em: 27 fev. 2010.

SOARES FILHO, C. V. Tratamento físico-mecânico, correção e adubação para recuperação de pastagens. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1, 1993, Nova Odessa, SP. *Anais...* Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993, p. 79-118.

STATA CORP. *Stata multivariate statistics reference manual - release 14*. College Station, Texas: StataCorp LP, 2015. 729 p.

TAUER L.W. Short-run and long-run efficiencies of New York dairy farms. *Agricultural and Resource Economics Review*, Binghamton, NY, v. 22, n. 1, p.1-9, Apr. 1993. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S1068280500000241>>. Acesso em: 20 fev. 2011.

TAUER, W.L.; MISHRA, A.K. Can the small dairy farm remain competitive in US agriculture? *Food Policy*, Kidlington, Oxford, v. 31, n.5, p 458-468, Oct. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2005.12.005>>. Acesso em: 27 maio 2011.

VALADARES FILHO, S.C. et al. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos - CQBAL 3.0*. 2011. Disponível em: <<http://cqbal.agropecuaria.ws/webcqbal/index.php>>. Acesso em: 10 mar 2011.

VITOUSEK, P.M. et al. Nutrient imbalances in agricultural development, *Science*, Washington, DC, v. 324, n. 5934, p. 1519-1520, June 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/science.1170261>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

WOLF SEEDS. *Gramíneas - Capim Gordura*. Disponível em: <<http://www.wolfseeds.com/ptBR/produtos-e-servicos/semente/id/55>>. Acesso em 10 mar. 2011.

ZEN, S. et al. *Pecuária de corte brasileira: impactos ambientais e emissões de gases efeito estufa (GEE)*. Piracicaba: CEPEA, 2008. 6p.

## ANEXO 1

O Quadro A1 apresenta o percentual de nitrogênio disponível total (NT) como percentual da matéria seca total (MS). Inicialmente, para determinação do percentual da MS, foi calculada a razão entre a matéria seca total sobre a massa total (obtida nas mesmas fontes utilizadas para determinar o NT). Por fim, as quantidades de nitrogênio disponível total presente na alimentação ingerida pelo rebanho foram obtidas pela multiplicação entre as quantidades de dado alimento e o percentual de nitrogênio (NT).

### Quadro A1. Percentual de nitrogênio presente nas diversas fontes de alimento

Descrição	Nitrogênio total	Descrição	Nitrogênio total
Concentrados		Forragens	
Concentrado comercial - (lactantes)	2,62%	Capineira - Capim Elefante (Napier)	0,22%
Concentrado - vacas falhadas	1,50%	Silagem de milho	0,34%*
Concentrado - bezerros	2,44%	Silagem de sorgo	0,28%*
Concentrado - novilhas	2,75%	<i>Braquiaria Decumbens</i>	0,32%
Milho debulhado com palha e sabuco	1,14%	Cana de açúcar	0,12%*
Fubá de milho	1,26%*	Pastagem natural (média)	0,41%
Farelo de arroz	2,12%*	Capim gordura	0,36%
Farelo de algodão	5,10%*	Capim jaraguá	0,46%
Farelo de soja	6,85%*		
Farelo de trigo	2,49%*		
Ureia pecuária	46,40%		
Melaço	0,42%*		

Nota: \*Percentual de nitrogênio médio dos alimentos para Minas Gerais. Os demais consideraram a média brasileira pela não disponibilidade do dado.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Soares Filho (1993), Embrapa (1997), Kirchof (1997), Embrapa (2007), Bicho On Line (2011), Itambé (2011), Valadares Filho et al. (2011), Lopes (2001) e Wolf Seeds (2011).



