

Revista de **Política Agrícola**

ISSN 1413-4969
Publicação Trimestral
Ano XXI - Nº 1
Jan./Fev./Mar. 2012

Publicação da Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Análise econômica da produção de soja e de milho na safra de verão, no Estado do Paraná

Pág. 121

**Modelagem
estatística dos
prêmios do
seguro rural**

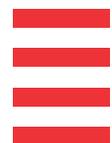
Pág. 60

**Os vinte
principais
mercados para
exportação
agrícola no futuro**

Pág. 76

**Ponto de Vista
Agroecologia e
desenvolvimento
sustentável**

Pág. 133



Sumário

Conselho editorial Eliseu Alves (Presidente) – Embrapa Wilson Vaz de Araújo – SPA Elísio Contini – Embrapa Marlene de Araújo – Embrapa Paulo Magno Rabelo – Conab Biramar Nunes de Lima – Consultor independente Hélio Tollini – Consultor independente Júlio Zoé de Brito – Consultor independente Mauro de Rezende Lopes – Consultor independente Vitor Afonso Hoeflich – Consultor independente Vitor Ozaki – Consultor independente Caio Tibério da Rocha – Mapa	Carta da Agricultura Nosso problema de difusão de tecnologia 3 <i>Eliseu Alves</i> Análise do uso de tecnologias em estabelecimentos agropecuários por meio dos índices de Moran global e local 5 <i>Renata Marconato / Ana Paula C. Larocca / José Alberto Quintanilha</i> Estudo da viabilidade econômico-social de um projeto de reflorestamento da área de preservação permanente (APP) de Cataguarino 22 <i>Lucas Sabioni Lopes / Patrícia de Melo A Brita Bastos / Brício dos Santos Reis</i> Comparação relativa entre os custos de produção de café na Colômbia e no Brasil 38 <i>Jorge Luis Mejia Ramirez / Marcelo José Braga</i> Elasticidade-renda e elasticidade-desigualdade da pobreza no Nordeste brasileiro 50 <i>Jair Andrade de Araújo / Francisco José Silva Tabosa / Ahmad Saeed Khan</i> Modelagem estatística dos prêmios do seguro rural 60 <i>Andréia Cristina de Oliveira Adami / Vitor Augusto Ozaki</i> Os vinte principais mercados para exportação agrícola no futuro 76 <i>Benedito Rosa do E. Santo / Márcio Luiz F. N. de Lima / Cássio Bruno Sá de Souza</i> Optimising land use and water allocation in intercropping systems 92 <i>Euro Roberto Detomini / Margarida Garcia de Figueiredo</i> Impactos do piso salarial estadual sobre a agricultura do Espírito Santo: uma análise <i>ex-ante</i> utilizando modelos aplicados de equilíbrio geral 103 <i>Andressa Rodrigues Pavão / Jaqueline Severino da Costa / Jaqueline Carolino</i> Análise econômica da produção de soja e de milho na safra de verão, no Estado do Paraná 121 <i>Cármem Ozana de Melo / Gerson Henrique da Silva / Maura Seiko Tsutsui Esperancini</i>
Secretaria-Geral Regina Mergulhão Vaz	Ponto de Vista Agroecologia e desenvolvimento sustentável 133 <i>Maria Consolacion Udry / Marlene de Araújo</i>
Coordenadoria editorial Wesley José da Rocha	
Cadastro e atendimento Jéssica Tainara de L. Rodrigues Carla Trigueiro	
Fotos da capa Jane Baptistone de Araújo (soja) Francisco C. Martins (milho)	
Embrapa Informação Tecnológica Supervisão editorial Wesley José da Rocha Copidesque e Revisão de texto Corina Barra Soares Normalização bibliográfica Iara Del Fiaco Rocha Projeto gráfico Carlos Eduardo Felice Barbeiro Editoração eletrônica e capa Leandro Sousa Fazio Impressão e acabamento Embrapa Informação Tecnológica	

Interessados em receber esta revista, comunicar-se com:

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Secretaria de Política Agrícola**

Esplanada dos Ministérios, Bloco D, 5º andar
70043-900 Brasília, DF
Fone: (61) 3218-2505
Fax: (61) 3224-8414
www.agricultura.gov.br
spa@agricultura.gov.br

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Informação Tecnológica**

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-2418
Fax: (61) 3448-2494
Wesley José da Rocha
wesley@sct.embrapa.br

Representantes e avaliadores da RPA nas Universidades

A Coordenação Editorial da Revista de Política Agrícola (RPA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) criou a função de representante nas universidades, visando estimular professores e estudantes a discutir e escrever sobre temas relacionados à política agrícola brasileira. Os representantes citados abaixo são aqueles que expressaram sua concordância em apresentar essa revista aos seus alunos e avaliar artigos que a eles forem submetidos.

Dr. Vitor A. Ozaki

Departamento de Ciências Exatas
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq)
Universidade de São Paulo (USP)

Profa. Dra. Yolanda Vieira de Abreu

Professora adjunta IV do Curso de Ciências
Econômicas e do Mestrado de Agroenergia da
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Prof. Almir Silveira Menelau

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Tânia Nunes da Silva

PPG Administração
Escola de Administração
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros

Centro de Estudos e Pesquisa em Economia Agrícola (Cepea)

Maria Izabel Noll

Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Lea Carvalho Rodrigues

Curso de Pós-Graduação em Avaliação de Políticas Públicas
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Esta revista é uma publicação trimestral da Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com a colaboração técnica da Secretaria de Gestão Estratégica da Embrapa e da Conab, dirigida a técnicos, empresários, pesquisadores que trabalham com o complexo agroindustrial e a quem busca informações sobre política agrícola.

É permitida a citação de artigos e dados desta revista, desde que seja mencionada a fonte. As matérias assinadas não refletem, necessariamente, a opinião do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Tiragem

7.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Informação Tecnológica

Revista de política agrícola. – Ano 1, n. 1 (fev. 1992) - . – Brasília, DF :
Secretaria Nacional de Política Agrícola, Companhia Nacional de
Abastecimento, 1992-
v. ; 27 cm.

Trimestral. Bimestral: 1992-1993.

Editores: Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento, 2004- .
Disponível também em World Wide Web: <www.agricultura.gov.br>

<www.embrapa.br>

ISSN 1413-4969

1. Política agrícola. I. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária
e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. II. Ministério da
Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

CDD 338.18 (21 ed.)

Nosso problema de difusão de tecnologia

Eliseu Alves¹

Desde tempos remotos, os agricultores organizavam os conhecimentos e os transformavam em tecnologias. Durante um longo período, eles mesmos geraram os conhecimentos, mas sua difusão não era intermediada pelos governos, pelo menos não o era de forma organizada e propositada. Na linguagem de hoje, sendo lucrativa, a tecnologia se difundia. O processo de difusão foi rápido para algumas coisas simples e se alongou, no tempo, para outras, dependendo do tipo de barreira encontrada. Mas o que era considerado lucrativo acabou por vencer todas as barreiras. Assim, o propósito da difusão de tecnologia organizada, por parte do governo ou da iniciativa particular, é encurtar o tempo entre a geração do conhecimento e sua transformação em tecnologia, pelos agricultores.

Em meados do século 19, a partir da descoberta das leis da herança e do mecanismo de nutrição de plantas, os conhecimentos passaram a ser cada vez mais produzidos pela ciência, com forte uso do método experimental, em instituições especializadas do governo e da iniciativa particular. Como consequência, a geração de conhecimento concentrou-se em poucos polos, ficando evidente a necessidade de organizar a difusão de tecnologia em instituições com esse propósito e especializadas. Assim nasceu a extensão rural do governo e a assistência técnica da iniciativa particular.

As instituições de pesquisa geram conhecimento. Cabe a cada agricultor organizar os conhecimentos ao seu alcance em tecnologias ou sistemas de produção, praticá-los e obter a produção. No momento do planejamento, a tecnologia tem de atender ao critério da lucratividade, além de satisfazer a outras exigências do agricultor e da sociedade. A execução tem de ser cuidadosamente monitorada, pois falhas no planejamento e na monitoração levam o agricultor ao fracasso. O planejamento tem de considerar o negócio como um todo. Assim, é preciso colocar em prática princípios e técnicas de administração rural.

Cabe agora indagar, qual é nosso problema de difusão de tecnologia? Acompanhem os dados fornecidos por Alves et al. (2012)².

Em 4,4 milhões de estabelecimentos que informaram área e valor de produção ao Censo Agropecuário 2006, apenas 500 mil, ou seja, 11,4% do número de estabelecimentos produziram 86,6% do valor de produção. E 3,9 milhões – 88,6% do mesmo total – contribuíram com 13,3% do valor da produção. Dos 500 mil estabelecimentos, 27 mil – 0,62% do número total – foram responsáveis por 51,2% da produção. Na mesma proporção, precisaríamos, então, de 54 mil estabelecimentos para, além de abastecer o mercado interno, poder exportar.

Como a pujança do nosso agronegócio é devida à tecnologia moderna, no nível agregado

¹ Assessor do Diretor-Presidente e pesquisador da Embrapa.

² ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e; ROCHA, D. de P. **Lucratividade da agricultura**. 2012. Disponível em: <http://ciflorestas.com.br/arquivos/d_d_d_20534.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2012.

não existe um problema de difusão de tecnologia. Ou seja, a tecnologia gerada difundiu-se, e rapidamente.

Qual é, então, insistimos, nosso problema de difusão de tecnologia?

A resposta está nos 3,9 milhões de produtores que contribuíram muito pouco para a produção. O grupo precisa ser cuidadosamente estudado para ver quantos deles conseguem superar seus problemas por meio da agricultura. Dos 3,9 milhões, 1 milhão produziu 10% do valor de produção. Desse modo, o problema mais complicado está com 2,9 milhões de estabelecimentos.

Dissemos que a pesquisa gera conhecimentos, e os agricultores os organizam em tecnologias ou em sistemas de produção, com a ajuda da extensão rural ou da assistência técnica. No caso dos 3,9 milhões, é aconselhável que a pesquisa organize os conhecimentos em sistemas de produção, trabalhando em conjunto com a extensão e lideranças. Um dos critérios de organização é o nível de entendimento das comunidades rurais. Para cada nível de entendimento, aconselha-se um sistema específico. Também a administração do estabelecimento, como um todo, precisa ser considerada. Difundir práticas isoladas é caminho certo para a falência.

Análise do uso de tecnologias em estabelecimentos agropecuários por meio dos índices de Moran global e local¹

Renata Marconato²
Ana Paula C. Larocca³
José Alberto Quintanilha⁴

Resumo – Este artigo apresenta uma aplicação de técnica de análise exploratória de dados espaciais sobre dados de uso de tecnologias por parte de estabelecimentos agropecuários do País, com a finalidade de prospectar e justificar possíveis relações espaciais relacionadas ao uso das tecnologias. Os dados foram obtidos no Censo Agropecuário de 2006, e foram analisados por meio dos índices de Moran global e local. O trabalho apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre a análise exploratória de dados espaciais e dos principais índices utilizados. Os resultados, visualizados no BoxMap, do diagrama de espalhamento de Moran e do MoranMap mostram que, para a maioria das características analisadas, há alta correlação espacial no uso de tecnologias nos municípios brasileiros, e que essa concentração está relacionada à produção de commodities do mercado internacional. Os resultados sugerem que, para algumas regiões do País, deve-se elaborar uma análise em escala menor, para identificar possíveis grupos (clusters) dentro dos estados ou de mesorregiões produtoras. O trabalho mostra que, para uma análise preliminar da distribuição espacial do uso de tecnologia na agropecuária, o uso do software TerraView mostrou-se satisfatório, e, por isso, sugere-se que seja adotado em estudos mais profundos com esses indicadores.

Palavras-chave: agricultura, análise espacial exploratória, autocorrelação espacial, índice de uso de tecnologias, LISA.

¹ Original recebido em 6/10/2011 e aprovado em 31/10/2011.

² Mestranda em Informações Espaciais pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. E-mail: remarcona@usp.br

³ Professora do Departamento de Engenharia de Transportes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. E-mail: larocca.ana@usp.br

⁴ Professor do Departamento de Engenharia de Transportes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. E-mail: jaquinta@usp.br

Investigating the use of technology in agricultural establishments using the global and local Moran index

Abstract – This paper presents an exploratory analysis of spatial data for the use of technology in agricultural establishments obtained from the Agricultural Census of 2006, more exactly, by means of the contents of Global and Local Moran Index. The paper presents a brief literature review on the exploratory analysis of spatial data and the main indices used. The results, obtained from BoxMap, diagram of Moran and MoranMap show that for the most traits analyzed, there is high spatial correlation in the use of technology in Brazilian cities, and that concentration is related to the production of commodities in the international market. The results suggest that for some regions of the country, it is interesting to prepare an analysis on a smaller scale, to identify clusters inside the States. The work shows that, for a preliminary analysis of the spatial distribution of the use of technology in agriculture, the use of TerraView software was satisfactory and the use provides the direction to be taken in case of a more elaborate study of these indicators.

Keywords: agriculture, exploratory spatial analysis, spatial autocorrelation, autocorrelation index, technologies use index, LISA.

Introdução

A agricultura brasileira é uma das principais fornecedoras mundiais de alimentos. O Brasil ocupa, de acordo com dados do Departamento de Agricultura Norte-Americano (Usda), o primeiro lugar nas exportações mundiais de suco de laranja, café, açúcar, álcool, carne vermelha, carne de frango, tabaco, soja e derivados, além de ser o terceiro maior exportador de milho e suínos (UNITED STATES, 2010).

Esse desempenho resulta de uma conjunção de fatores, como disponibilidade de solo, de água e de energia, os quais, somados ao desenvolvimento de uma tecnologia apropriada à agricultura tropical, levaram a um robusto crescimento da produtividade agrícola. Vale ressaltar que o ganho de produtividade e a expansão da agricultura no País foram frutos de vários elementos, como: de estudos e pesquisas motivadas a corrigir os baixos índices de fertilidade do solo em regiões como o Cerrado brasileiro, do desenvolvimento de novas técnicas de plantio e do aumento da intensidade do uso de máquinas nas propriedades rurais.

Apesar do histórico de sucesso, o Brasil ainda possui um grande potencial de crescimen-

to da produção agrícola, dada a sua disponibilidade de terras agricultáveis, que lhe garante permanecer na condição de um dos principais fornecedores de alimentos no mundo, suprimindo a crescente demanda por grãos, cereais e carnes, derivada do desenvolvimento econômico de certas nações, como a China e a Índia.

Sabe-se, porém, que, para continuar a obter êxito no crescimento da produção agrícola, o setor necessita não só de uma oferta segura de insumos agrícolas, como também da disseminação dos produtos e das técnicas para suprir o crescimento da demanda de grãos e carnes, sem provocar consideráveis decréscimos na qualidade de seus recursos naturais ou no tamanho de suas reservas florestais.

Analisar a configuração da distribuição geográfica da tecnologia agrícola brasileira, dada a sua dimensão continental, é de extrema importância para identificar áreas de déficit ou de alto desenvolvimento tecnológico, e suas relações com as demais configurações espaciais, como a infraestrutura de transporte ou a distribuição do tamanho das propriedades rurais.

Este artigo apresenta, na forma de um estudo introdutório, uma análise espacial exploratória dos dados de distribuição dos esta-

belecimentos agrícolas por uso de tecnologias, como adubação, defensivos, máquinas agrícolas e técnicas de cultivo específicas, como o plantio direto.

O objetivo do estudo é elaborar uma análise de autocorrelação espacial das variáveis descritas, com base nos índices de Moran e Moran local, e utilizando software de distribuição gratuita.

Para essas análises, foram utilizados dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2006), distribuídos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e o software TerraView (2010), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Metodologia

Tomando por base dados sobre o uso de tecnologias nos estabelecimentos agrícolas, divulgados pelo Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2006), foi calculado um indicador de tecnologia (IT) por município, dividindo-se o número de estabelecimentos que utilizam uma certa tecnologia pelo número total de estabelecimentos agropecuários no País e multiplicando o quociente alcançado por 100.

Sobre o indicador do uso da tecnologia foram calculados o índice de Moran global e o índice de Moran local (LISA). A análise foi feita sobre o resultados do BoxMap, do gráfico de espalhamento de Moran e do MoranMap dos índices calculados.

Em seguida, foi elaborado um mapa que demarcou as regiões onde todos os indicadores haviam mostrado resultados significantes para o valor alto-alto no Moran Map, com o intuito de apresentar um esboço da distribuição dos estabelecimentos que apresentaram um sistema de produção com um maior uso de tecnologia.

Os dados brutos para a pesquisa foram extraídos do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006), por meio do Sistema de Recuperação Automática (Sidra), para o âmbito municipal, em todo o território nacional.

As informações consideradas relevantes para analisar a distribuição espacial do nível tecnológico da agricultura por município fazem parte do tópico “Características dos Estabelecimentos Agropecuários do Censo Agropecuário 2006” (IBGE, 2006).

São elas:

- Número de estabelecimentos agropecuários que usaram adubação.
- Número de estabelecimentos agropecuários que utilizaram agrotóxicos.
- Número de estabelecimentos agropecuários que utilizaram plantio direto na palha.
- Número de estabelecimentos agropecuários que possuem tratores com potência até 100 cavalos e com potência maior que 100 cavalos.
- Número de estabelecimentos agropecuários que usaram irrigação.

Também foi analisada a distribuição espacial da agricultura orgânica; aí, o dado analisado foi o número dos estabelecimentos agropecuários por município que fazem uso de agricultura orgânica.

Dada a natureza dos dados divulgados pelo Censo, foi necessário converter os dados brutos em um índice do nível de utilização dessas tecnologias. Para isso, os dados foram normalizados pelo número total de estabelecimentos agropecuários pesquisados para cada município, da seguinte forma:

$$IT = \frac{N_{em}}{N_{ep}} \times 100 \quad (1)$$

em que

IT é o índice por tecnologia por município.

N_{em} é o número de estabelecimentos que usam a tecnologia num dado município.

N_{ep} é o número total de estabelecimentos agrícolas do País.

O software usado, o TerraView (2010), é desenvolvido e distribuído gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). É um aplicativo construído sobre a biblioteca de geoprocessamento TerraLib (2010), que tem como principal objetivo, segundo seus desenvolvedores, o de apresentar à comunidade um fácil visualizador de dados geográficos com recursos de consulta à análise desses dados, além de exemplificar a utilização da biblioteca TerraLib.

O TerraLib é uma biblioteca de classes e funções para Sistemas de Informação Geográfica (SIG), disponíveis na internet como *open source*, que oferece um ambiente colaborativo para o desenvolvimento de várias ferramentas SIG. Seu principal objetivo é permitir o desenvolvimento de uma nova geração de aplicações de SIG, com base nos avanços tecnológicos em bancos de dados espaciais (TERRALIB, 2010).

O TerraView (2010) manipula dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) e matriciais (grades e imagens), armazenados em Sistemas de Bancos de Dados relacionais ou georrelacionais de mercado, incluindo Access, PostgreSQL, MySQL e Oracle.

O software possui um módulo de estatística espacial, que calcula o índice de Moran global e local, a estatística G e G^* e a média local, além de avaliar a significância do índice. Uma breve descrição dessas estatísticas é apresentada a seguir.

Revisão de literatura

Análise exploratória de dados espaciais

De acordo com Anselin (1993), a análise exploratória de dados espaciais (Exploratory Spatial Data Analysis – Esda) deve centrar-se explicitamente nos aspectos espaciais dos dados, no sentido de dependência espacial (associação espacial) e heterogeneidade espacial. Ou seja, essas técnicas devem ter por objetivo descrever distribuições espaciais, descobrir padrões

de associação espacial (*clusters* espaciais), sugerir vários regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial (não estacionariedade) e identificar observações atípicas (*outliers*).

Anselin (1998) apresentou quatro grandes classes de técnicas de análise exploratória de dados espaciais: a visualização espacial das distribuições, a visualização espacial das associações, os indicadores locais de associação espacial e os indicadores multivariados de associação espacial.

A dependência espacial pode ser analisada tanto em termos globais, utilizando-se o índice de Moran, quanto em termos locais, empregando-se o índice de Moran local (Local Indicators of Spatial Association – Lisa). Na análise global, ter-se-á um resultado da associação espacial dos dados de uma região como um todo. Na local, serão obtidas estatísticas que indicam a dependência de cada localidade em relação à situação média de uma vizinhança definida a priori (ANSELIN, 1995).

A análise exploratória de dados espaciais vem sendo utilizada em estudos econômicos focados na concentração geográfica de uma determinada variável econômica.

Almeida et al. (2008) detectaram, por meio de uma análise exploratória de dados espaciais, pelo índice de Moran e pelo diagrama de dispersão de Moran, a presença de autocorrelação espacial para a produtividade da terra.

Neves e Luiz (2006) utilizaram as mesmas técnicas para analisar a distribuição da produção de café nos municípios do Estado de São Paulo.

Índice de Moran (I)

O índice de Moran nos fornece a medida geral da associação espacial existente no conjunto dos dados. O índice varia de -1 a 1, sendo que valores próximos de zero indicam a inexistência de autocorrelação espacial. Valores positivos indicam a existência de autocorrelação positiva. Isso indica que o valor do atributo correspondente a uma determinada localização no espa-

ço tende a ser semelhante ao dos seus vizinhos. Quando o índice exibe valores negativos, isso significa que existe uma autocorrelação negativa (inversa).

O índice de Moran pode ser descrito por:

$$I = \frac{Z^t \cdot W_z}{Z^t \cdot Z} \quad (2)$$

em que

W_z é o vetor das médias ponderadas.

Z é o vetor dos desvios.

Z^t é o transposto do vetor de desvios.

No caso, W_z é o vetor das médias dos ITs ponderadas pela distância entre os centróides dos polígonos que representam os municípios.

Para o cálculo do índice de Moran, uma primeira matriz, a matriz W de proximidade espacial, é calculada. Essa matriz é uma ferramenta geral, que descreve o arranjo espacial dos objetos (BAILEY; GATRELL, 1995).

Trata-se de uma matriz quadrada, com n^2 elementos, em que n indica o número total de objetos, e cada elemento w_{ij} que compõe a matriz representa uma medida de proximidade/distância entre o polígono i e o polígono j .

em que

w_{ij} é a distância entre o centróide do polígono que representa o município i e o centróide do polígono que representa o município j .

$ybarra$ = média dos y_i nos n municípios = média dos ITs nos n municípios y_i = média dos ITs no município i .

$z_i = y_i - ybarra$ = desvio das médias dos ITs de cada município em relação à média geral dos ITs.

Para o cálculo do vetor Z , dos desvios, primeiramente é calculada a média ($ybarra$) dos valores dos atributos (no caso, os valores de IT), considerando os n objetos (neste caso, os contornos dos municípios, doravante denominados

apenas de municípios). Cada elemento i de Z , z_i é obtido subtraindo-se o valor da média, do valor do atributo correspondente ($z_i = y_i - ybarra$).

O vetor de médias ponderadas (W_z) é obtido pela multiplicação do vetor transposto dos desvios (Z^t) pela matriz de proximidade espacial (W), com linhas normalizadas.

De uma forma geral, o índice de Moran presta-se a um teste cuja hipótese nula é de independência espacial. Nesse caso, seu valor seria zero. Significaria que os valores de IT variam aleatoriamente no espaço, sem nenhuma estruturação espacial.

Depois de calculado o índice de Moran, é importante estabelecer sua validade estatística. Ou seja, é necessário medir se os valores aferidos possuem uma correlação espacial significativa. Para tanto, é preciso associar ao índice uma distribuição estatística, sendo comum relacionar a estatística do teste à distribuição normal.

Outra possibilidade, sem pressupostos em relação à distribuição, e que é a abordagem mais comum, é um teste de pseudossignificância. Conforme Almeida et al. (2006), no teste de pseudossignificância, são geradas várias permutações dos atributos associados às regiões analisadas, e cada uma das permutações cria um novo arranjo espacial, redistribuindo os valores entre as áreas. Como apenas um dos arranjos corresponde à situação observada, pode-se construir uma distribuição empírica de I e, se o valor do índice I , medido originalmente, corresponder a um "extremo" da distribuição simulada, então, tratar-se-á de um valor com significância estatística.

Índice local de associação espacial (LISA)

Os indicadores globais de autocorrelação espacial, como é o caso do índice de Moran, fornecem um único valor como medida da associação espacial para todo o conjunto de dados. A hipótese testada é a de que não existe correlação espacial.

Esse índice é útil na caracterização da região de estudo como um todo, mas, quando se trata de um grande número de áreas, é possível que ocorram vários regimes de associação espacial e que apareçam máximos locais de autocorrelação espacial, em que a dependência espacial é ainda mais pronunciada (DRUCK et al., 2004).

Sendo assim, convém examinar esses padrões detalhadamente. Uma maneira de fazê-lo é utilizar indicadores de associação espacial que possam ser associados a diferentes localizações de uma variável distribuída espacialmente (DRUCK et al., 2004).

Esses indicadores locais produzem um valor específico para cada área, permitindo a identificação de agrupamentos de objetos com valores de atributos semelhantes (*clusters*), objetos anômalos (*outliers*) e de mais de um regime espacial.

Para Anselin (1995), um indicador local de associação espacial (LISA) é qualquer estatística que satisfaça dois requisitos: o LISA fornece uma indicação da extensão dos agrupamentos espaciais significativos de valores semelhantes em torno de uma observação, e a soma dos LISAs para todas as observações é proporcional a um indicador global de associação espacial.

Uma maneira de interpretar o índice local de Moran é considerar a existência de quatro quadrantes num gráfico W_z por Z (Figura 1), a partir da origem. Pontos localizados nos quadrantes $Q1$ e $Q2$ ($Z > 0$) indicam que o valor do atributo de uma zona específica é semelhante ao valor médio do mesmo atributo na sua vizinhança. Pontos localizados no $Q1$ significam que o índice é positivo para o valor de IT, tanto num dado município específico quanto nos vizinhos, e, em $Q2$ é o índice é negativo para o valor de IT naquele município específico e em relação aos valores de IT dos seus municípios vizinhos.

Pontos que estão localizados nos quadrantes $Q3$ e $Q4$ ($Z < 0$) indicam que o valor do IT de uma determinada região é muito diferente do valor médio dos ITs das regiões contíguas (valor positivo para o ponto e valor médio negativo

para os seus vizinhos no $Q4$, e valor negativo para o ponto e valor médio positivo para vizinhos na $Q3$). Essa é uma indicação de autocorrelação espacial negativa.

Segundo esses autores, regiões localizadas nos quadrantes $Q3$ e $Q4$ podem ser vistas como casos extremos, em relação à variável considerada, já que o valor do atributo não segue o padrão dos seus vizinhos.

Segundo Anselin (1994 citado por NEVES et al., 2000), um LISA tem de atender a dois objetivos: permitir a identificação de padrões de associação espacial significativos e ser uma decomposição do índice global de associação espacial.

O índice local de Moran é um LISA, sendo uma das formas de sua representação a expressão:

$$I_i = \frac{z_i \cdot W_{zi}}{\sigma^2} \quad (3)$$

em que

I_i é o índice local para o município i .

z_i é o valor do desvio do município i .

W_{zi} é o valor médio dos desvios dos municípios vizinhos de i .

σ^2 é a variância da distribuição dos valores dos desvios.

A significância estatística do uso do índice de Moran local pode ser computada da mesma forma como se fez para o índice global. Para cada área, calcula-se o índice local e permuta-se aleatoriamente o valor das demais áreas, até se obter uma pseudodistribuição para a qual se possam computar os parâmetros de significância. Uma vez determinada a significância estatística do índice local de Moran, é útil gerar um mapa que indique as regiões que apresentam correlação local significativamente diferente daquela do resto dos dados. Essas regiões podem ser vistas como “bolsões” de não estacionariedade, pois são áreas com dinâmica espacial própria

e que merecem análise detalhada (QUEIROZ et al., 2009).

Gráfico de espalhamento de Moran

O índice de Moran global I descrito em (2) é formalmente equivalente ao coeficiente de regressão linear. Esse coeficiente indica a inclinação da reta de regressão (β_0) de Wz em Z (NETER; WASSERMAN, 1974).

A interpretação do índice de Moran como um coeficiente de regressão linear indica como construir um gráfico, para que se possa visualizar a associação espacial entre o valor do atributo de cada elemento (z_i) e a média dos valores dos atributos dos seus vizinhos (W_{zi}). Tal gráfico é denominado de gráfico de espalhamento de Moran. A Figura 1 apresenta sua construção.

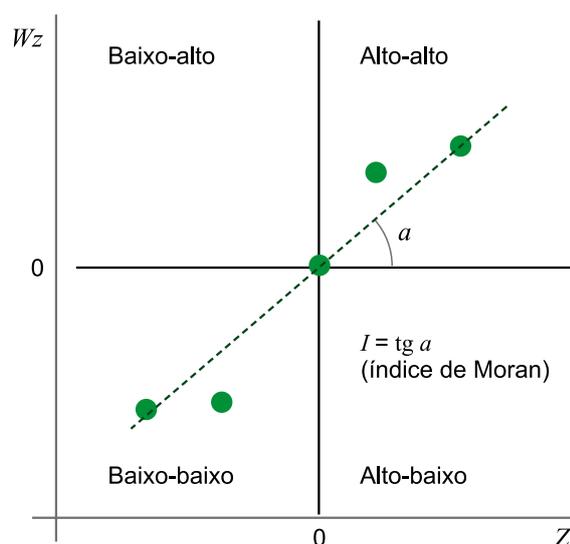


Figura 1. Gráfico de espalhamento de Moran.

Fonte: Druck et al. (2004).

Box Map, Lisa Map e Moran Map

Box Map, Lisa Map e Moran Map são três dispositivos gráficos de visualização baseados nos resultados obtidos para os indicadores locais e do gráfico de espalhamento de Moran.

No Box Map, cada município é classificado conforme sua posição em relação aos quadrantes do gráfico de espalhamento. Os valores apresentados variam de 1 a 4, e cada um representa a relação entre os valores de Z e Wz , como apresentados no gráfico de espalhamento de Moran. O valor 1 representa o quadrante $Q1$ (valores altos de Z e valores altos de Wz); o valor 2 representa $Q2$ (baixo baixo); o valor 3 representa $Q3$ (alto-baixo); e o valor 4, o quadrante $Q4$ (baixo-alto).

Na geração do Lisa Map, é avaliada a significância dos valores do índice de Moran local obtido para cada município, em relação à hipótese nula de não existência de autocorrelação espacial. Na avaliação da significância, é utilizada a abordagem de permutação dos atributos dos vizinhos. Nesse dispositivo, os índices locais são classificados como: a) não significantes (valor 0), com confiança de 95% ($p = 0,05$), representado pelo valor 1; b) com confiança de 99% ($p = 0,01$), representado pelo valor 2; e c) com confiança de 99,9% ($p = 0,001$), representado pelo valor 3.

No Moran Map, somente os municípios para os quais os valores de LISA foram considerados significantes ($p > 0,05$) são destacados, mas aparecem classificados em quatro grupos, conforme sua localização no quadrante do gráfico de espalhamento. Os demais municípios ficam classificados como sem significância.

No TerraView (2010), os valores apresentados pelo Moran Map são os seguintes: 0 – não significante, 1 – alto-alto, 2 – baixo-baixo, 3 – alto-baixo e 4 – baixo-alto.

Resultados e discussões

Em um primeiro momento, foi estimado o índice de Moran global para os oito grupos de dados acima mencionados, para obter-se um resultado preliminar dos indicadores (os valores estão listados na Tabela 1).

Em geral, foram encontrados altos índices para os dados analisados, ou seja, eles apresentaram elevada correlação espacial. O dado de estabelecimentos com uso de irrigação apresentou

Tabela 1. Valores do índice de Moran.

Característica analisada	Moran
Uso de adubo	0,78184
Uso de agrotóxico	0,745146
Uso de calcário	0,737114
Uso de irrigação	0,482502
Uso de plantio direto na palha	0,843714
Uso de tratores menores que 100 cv	0,773417
Uso de tratores maiores que 100 cv	0,591025
Uso de agricultura orgânica	0,048669

o menor índice ($I = 0,4825$), e o uso de plantio direto nos estabelecimentos também apresentou o maior índice ($I = 0,8437$). Os estabelecimentos que fazem uso de produção orgânica não apresentaram correlação espacial ($I = 0,048669$).

Além de mostrar a correlação espacial de cada tecnologia por meio do índice de Moran, foi calculada uma matriz de correlação linear (não espacial) entre os valores de IT para essas tecnologias (Tabela 2). Pela matriz de correlação, nota-se que os estabelecimentos que utilizam

adubação possuem maior correlação com os que utilizam agrotóxicos e calcário. Ao mesmo tempo, esses estabelecimentos não apresentam correlação com os que praticam a irrigação e a cultura orgânica. Estes últimos, por sua vez, não possuem correlação com o uso de agrotóxico, calcário, plantio direto ou uso de tratores. Uma correlação maior é apresentada pelos estabelecimentos que fazem uso de plantio direto e agroquímicos.

Para a apresentação dos resultados do índice local de Moran, foram escolhidos o Box-Map e o Moran Map, porque são duas formas de representação que sintetizam diversas informações dos resultados estimados.

A seguir, serão apresentados os BoxMap junto ao gráfico de espalhamento de Moran e MoranMap dos dados do estudo. Como já comentado, no BoxMap, cada município é classificado conforme sua posição em relação aos quadrantes do gráfico de espalhamento de Moran. O valor 1 representa o quadrante $Q1$ (alto-alto), o valor 2 representa $Q2$ (baixo-baixo), o valor 3 representa $Q3$ (alto-baixo) e o valor 4, o quadrante $Q4$ (baixo-alto).

Tabela 2. Matriz de correlação, via IT, entre o uso de tecnologia pelos estabelecimentos agrícolas.

	Adubo	Agro-tóxico	Calcário	Irrigação	Orgânica	Plantio direto na palha	Tratores menores que 100 cv	Tratores maiores que 100 cv
Adubo	1,00	0,65	0,82	0,02	0,01	0,48	0,28	0,18
Agrotóxico		1,00	0,59	-0,05	-0,14	0,64	0,24	0,15
Calcário			1,00	0,06	0,04	0,43	0,34	0,24
Irrigação				1,00	0,02	-0,05	0,07	0,05
Orgânica					1,00	-0,07	-0,02	-0,03
Plantio direto na palha						1,00	0,22	0,15
Tratores menores que 100 cv							1,00	0,64
Tratores maiores que 100 cv								1,00

O primeiro mapa apresenta o BoxMap para o dados de estabelecimentos que utilizam adubos. Nele, as áreas em cinza-escuro (1) correspondem ao valor 1, em que regiões com um alto indicador de estabelecimentos que usam adubos cercam-se de regiões com a mesma característica, evidenciando uma concentração dessa característica nas regiões Sudeste e Sul.

Isso faz sentido se considerarmos que as regiões de valores alto-alto, evidenciadas no mapa na cor cinza-escuro (1), são onde se concentram as maiores produções de soja e milho, no Sul, em Goiás e em Mato Grosso, de cana-de-açúcar, em São Paulo e no Nordeste, e de café, em Minas Gerais e no Espírito Santo. Essas culturas são commodities comercializadas no mercado internacional, cuja produção é feita principalmente por produtores mais profissionalizados. O índice de Moran global para esse dado é 0,7818.

O diagrama de espalhamento de Moran entre o desvio do município (Wz) e a média dos desvios dos municípios vizinhos (Z), no que se refere ao IT do uso de adubação, é apresentado na Figura 2. É possível ver, na equação dentro do gráfico, o índice global de Moran, que corresponde ao “Beta” de uma equação linear e é alto – nesse caso, de 0,7818. Na mesma figura, o BoxMap mostra as regiões onde há uso mais

intensivo de tecnologias, a saber: o sul-sudoeste do País e as regiões agrícolas do norte da Bahia e a porção central de Mato Grosso.

A Figura 3 apresenta o BoxMap e o gráfico de espalhamento de Moran, em que é indicado um alto índice de correlação, de 0,745, para os dados sobre o uso de agrotóxicos nos estabelecimentos agropecuários. Nota-se uma concentração geográfica dos estabelecimentos que usam agrotóxicos na região Sul do País. Também há concentração em Mato Grosso, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Rondônia.

De acordo com dados do Sindicato da Indústria de Defensivos Agrícolas (SINDAG, 2010), as culturas que mais utilizam agrotóxicos são as culturas da soja, do milho e do algodão. Isso explica a concentração de valores alto-alto nas regiões Sul e Sudeste e em Mato Grosso. No Nordeste, a produção de frutas, que apresenta um maior nível tecnológico, explica a mancha de altos valores na região. Mas duas regiões – a mancha alto-alto em Rondônia e a existente entre o sul da Bahia e o norte de Minas – mostram características peculiares. A primeira corresponde à produção de café no Norte do Brasil, enquanto a segunda, à produção de frutas e feijão.

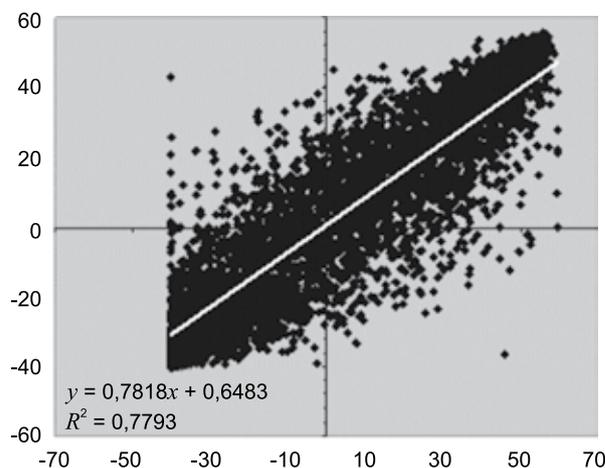


Figura 2. BoxMap e diagrama de espalhamento de Moran para o indicador de estabelecimentos que utilizam adubos.

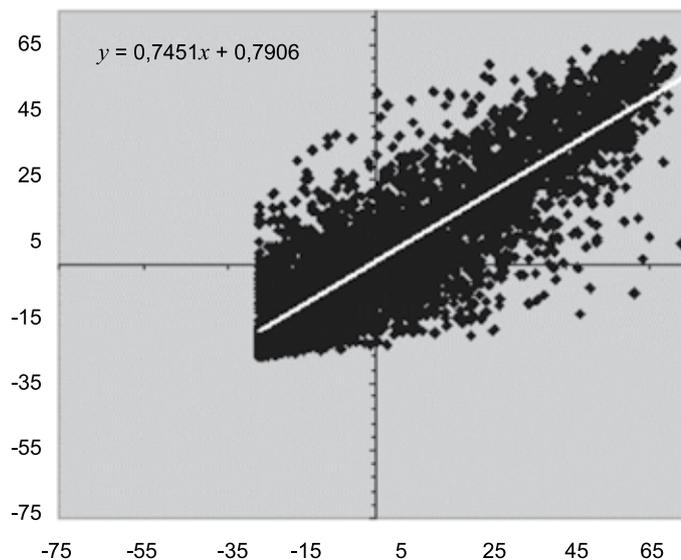
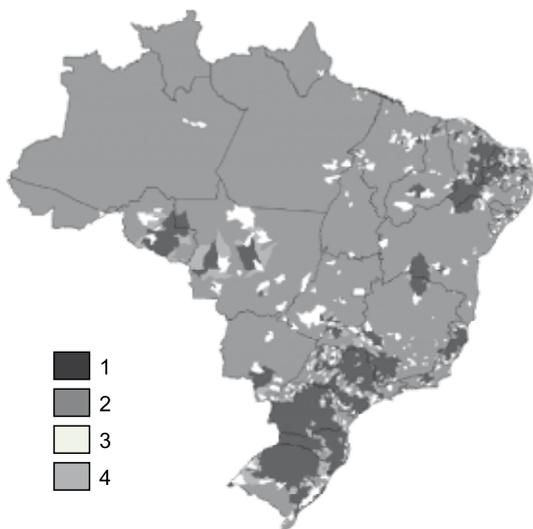


Figura 3. BoxMap e diagrama de espalhamento de Moran para o indicador de estabelecimentos que utilizam agro-tóxicos.

A Figura 4 apresenta os resultados para o dado de estabelecimentos que utilizam calcário como corretivo da acidez do solo. Novamente se sobressai a concentração de alta taxa de estabelecimentos que usam calcário nas regiões produtoras de commodities internacionais – ou seja, Sudeste e Sul do País e norte de Mato Grosso.

Nesse mapa, é possível visualizar, claramente, as regiões de transição entre os *clusters*

(valor 1) e as regiões de baixo uso da tecnologia (valor 2), como o entorno dos *clusters* de Mato Grosso, o qual apresenta municípios com um alto índice de estabelecimentos que utilizam tecnologia, cercados por municípios com baixo índice de utilização dela, e vice-versa (valores 3 e 4, respectivamente). O diagrama de espalhamento de Moran sobre o índice de uso de calcário também é apresentado na Figura 4, a seguir.

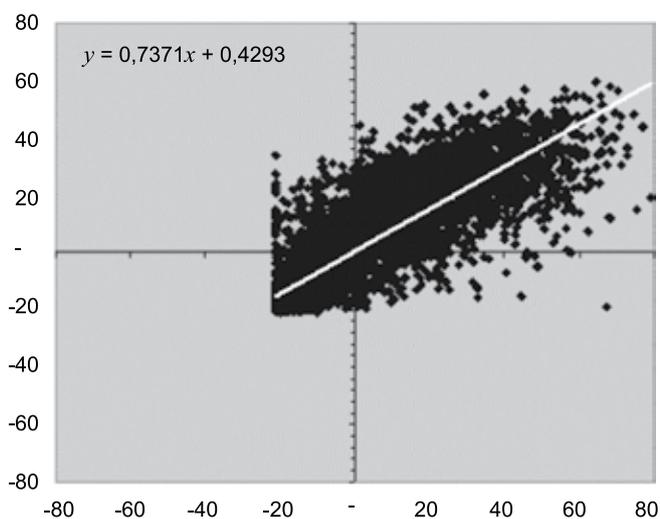


Figura 4. BoxMap e diagrama de espalhamento de Moran para o indicador de estabelecimentos que utilizam calcário.

Nota-se no gráfico que o índice global de Moran encontrado foi de 0,737 para essa variável.

O comportamento espacial observado nas Figuras 2 e 4, referente a adubo e a calcário, justificam o valor de 0,82 encontrado para a correlação linear não espacial dessas tecnologias.

O indicador de estabelecimentos que usam o plantio direto na palha é apresentado no BoxMap e no gráfico de espalhamento de Moran, na Figura 5. São visíveis dois *clusters* mais significativos nesse mapa: o do Sul brasileiro e o de Mato Grosso.

O sistema plantio direto (SPD) consiste num tipo de manejo do solo no qual a palha e os restos vegetais são deixados na superfície do solo, que é revolvido apenas no sulco onde são depositadas as sementes e os fertilizantes. Assim, as plantas infestantes são controladas por herbicidas, e o preparo do solo consiste exclusivamente na mobilização no sulco de plantio.

O maior agrupamento do indicador de estabelecimentos que usam o plantio direto no Sul do País reflete a consolidação dessa técnica nessa região, por ser ela a pioneira no seu uso. Com efeito, os primeiros experimentos com o plantio direto ocorreram no Rio Grande do Sul e no Paraná, no final da década de 1960.

Em Mato Grosso, a concentração do uso da técnica se dá por dois motivos: o fato de a região ter sido ocupada por produtores originários do Sul do Brasil, que levaram as técnicas agrícolas para essa nova fronteira, e por ela apresentar as culturas de soja e milho, nas quais a técnica é mais difundida.

Outra característica notável no BoxMap do uso do plantio direto é a disseminação de áreas de transição, de valor 3, alto-baixo, evidenciando a propagação do sistema pelas regiões produtoras do País, principalmente na área que hoje é considerada a fronteira agrícola do Brasil, na região que abrange o Maranhão, o Piauí, a Bahia e o Tocantins.

O índice de Moran global para o indicador de estabelecimentos que usam o plantio direto no município foi de 0,84, o maior encontrado nos dados analisados. O gráfico abaixo (Figura 5) mostra o espalhamento de Moran.

O BoxMap e o gráfico de espalhamento de Moran apresentam, a seguir, os dados sobre estabelecimentos que utilizam tratores com menos de 100 cavalos. Nota-se praticamente um único *cluster* sobre esse dado, e em regiões de transição no Centro-Norte brasileiro.

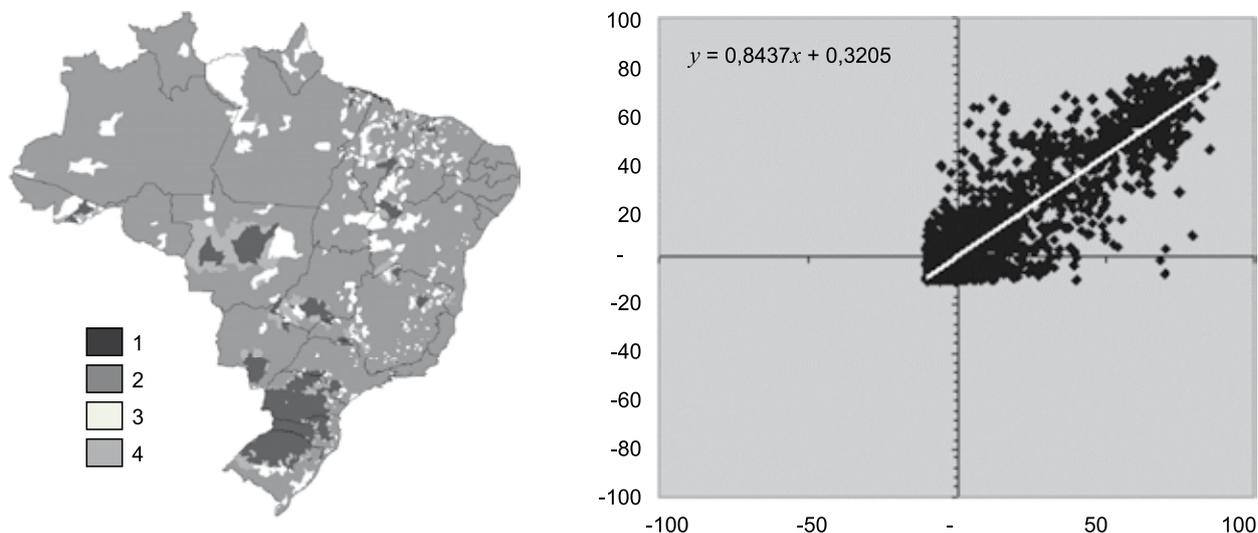


Figura 5. BoxMap e diagrama de espalhamento de Moran para o indicador de estabelecimentos que utilizam plantio direto.

Na Figura 6, nota-se que grande parte dos dados está no quadrante 1 do gráfico, o qual apresenta um índice global de Moran de 0,77. Isso indica que existe uma alta correlação espacial positiva dos dados, ou seja, os municípios que possuem alto indicador para uso de tratores é cercado por vizinhos com a mesma característica.

No BoxMap dos dados de estabelecimentos com uso de tratores de mais de 100 cavalos, de grande porte, verifica-se que praticamente todo o Estado de Mato Grosso configura parte do *cluster* de altos valores entre os vizinhos. Regiões de transição também se apresentam no entorno da Amazônia e na nova fronteira agrícola (Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia).

As regiões de valor 3 na Amazônia podem estar relacionadas com a extração de madeira e com a cultura da soja.

O índice global de Moran mostrado no gráfico de espalhamento de Moran para esse dado é de 0,59, mais baixo que para o dado de tratores de menos de 100 cavalos, o que indica uma menor concentração espacial para esta variável (Figura 7).

Para o dado do indicador de estabelecimentos que usam irrigação, o BoxMap e o gráfi-

co de espalhamento de Moran refletem o índice Moran mais baixo encontrado entre os dados analisados (0,48). As áreas com valor 1 (alto-alto) estão nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Bahia, no sul do Estado do Rio Grande do Sul e no interior do Nordeste.

Não há clara definição dos grupos (*clusters*) nesse mapa.

Na Bahia, o *cluster* relaciona-se com a cultura de algodão, e, no Nordeste, com a produção de frutas e feijão. Em São Paulo, a citricultura e a produção cana-de-açúcar são culturas que utilizam irrigação em algumas regiões específicas. No Estado de Minas Gerais, a cultura do café do Cerrado explica as manchas de valor 1 (alto-alto) para a irrigação. No extremo Sul do País, a região de concentração de valor 1 está relacionada à produção de arroz.

O BoxMap para o indicador estabelecimentos que utilizam irrigação (Figura 8) evidencia que uma análise em outra escala, que considerasse apenas os municípios dentro do estado, poderia trazer mais informações que na escala nacional, como ocorre nos demais.

Nota-se no gráfico de espalhamento de Moran que há uma grande dispersão dos dados em relação ao eixo de tendência e apenas no Q1.

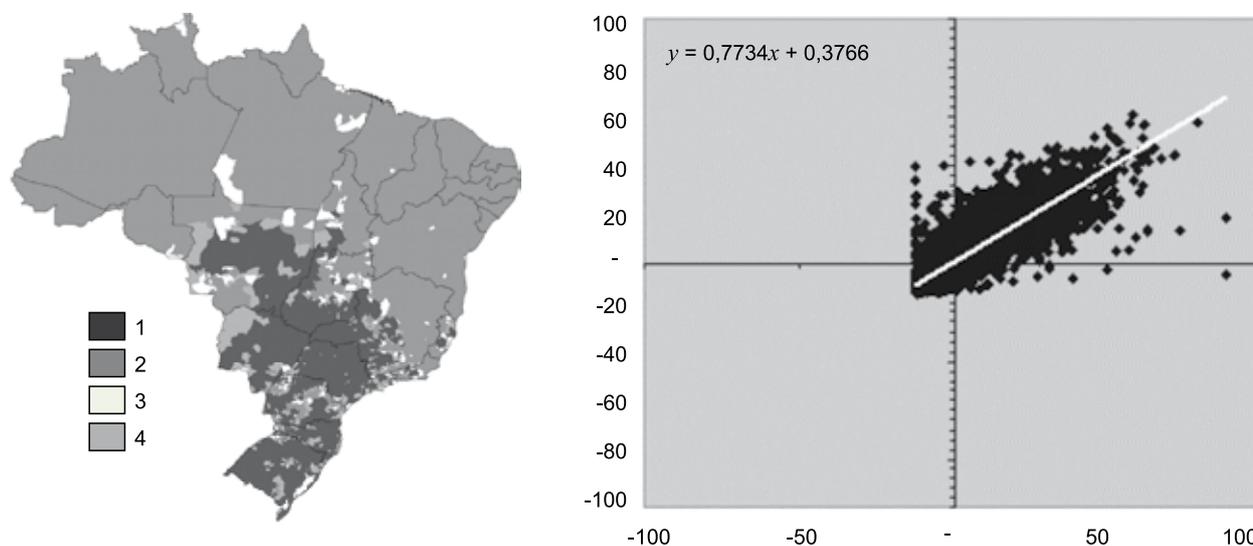


Figura 6. BoxMap e diagrama de espalhamento de Moran para o indicador de estabelecimentos que utilizam tratores com menos de 100 cavalos.

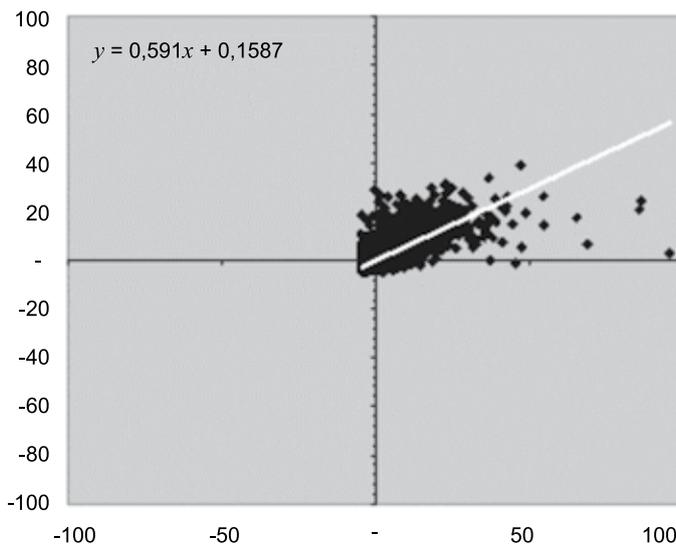


Figura 7. BoxMap e diagrama de espalhamento de Moran para o indicador de estabelecimentos que utilizam tratores com mais de 100 cavalos.

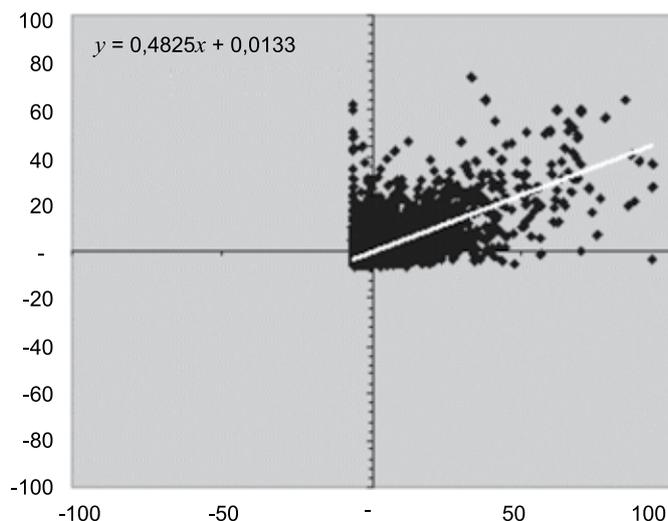


Figura 8. BoxMap e diagrama de espalhamento de Moran para o indicador de estabelecimentos que utilizam irrigação.

Na sequência, são apresentados o Box-Map e o gráfico de espalhamento de Moran para o indicador de estabelecimentos que praticam a cultura orgânica (Figura 9). Esse dado não apresentou correlação espacial (índice de Moran global de 0,04). Isso pode ser claramente visualizado no mapa. Ainda sim, vale notar que, no Estado de Minas Gerais, há um pequeno *cluster* de valor (alto-alto), assim como no sul do Rio Grande do Sul.

O diagrama de espalhamento de Moran apresenta ausência de correlação espacial dos dados ($I = 0,04$).

Na sequência, são apresentados os MoranMap para todas as características analisadas (Figura 10).

Como comentado no início do artigo, no Moran Map, somente os municípios para os quais

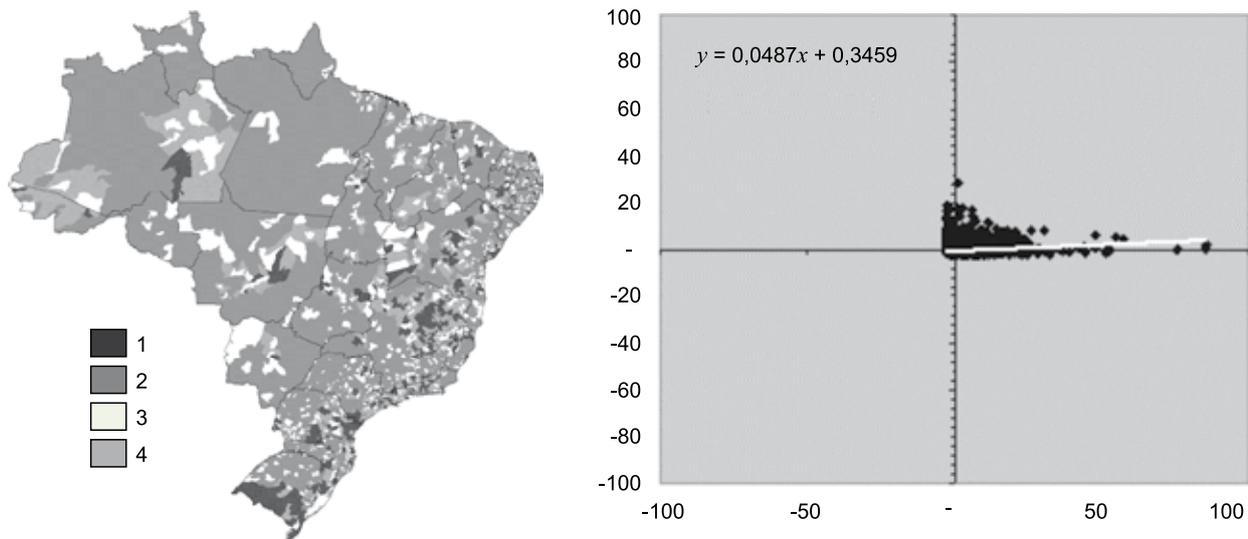


Figura 9. BoxMap e diagrama de espalhamento de Moran para o indicador de estabelecimentos que utilizam agricultura orgânica.

os valores LISA foram considerados significantes ($p > 0,05$) são destacados, mas aparecem classificados em quatro grupos, conforme sua localização no quadrante do gráfico de espalhamento. Nos mapas a seguir, os demais municípios, sem significância, ficam classificados em branco.

A cor cinza-escuro apresenta os municípios classificados no quadrante $Q1$ (alto-alto), e a cinza, no $Q2$ (baixo-baixo). Os tons de cinza-claro referem-se aos quadrantes $Q3$ e $Q4$.

O mapa a seguir (Figura 11) apresenta uma sobreposição dos MoranMap de todas as indicadores analisados, com exceção do indicador de uso de agricultura orgânica.

O procedimento utilizado para a confecção do mapa foi selecionar somente as regiões de valor alto-alto significativas de todos os MoranMap criados, e sobrepor essas regiões com o uso de um software SIG (Sistema de Informações Geográficas).

As regiões mais escuras indicam os municípios onde todos os MoranMap apresentaram valor alto-alto significativos. As regiões mais claras indicam municípios onde apenas um dos MoranMap sobrepostos apresentou valor alto-alto significativo.

O mapa foi criado para dar uma indicação das regiões com maior concentração de estabe-

lecimentos agropecuários tecnificados, considerando-se as tecnologias avaliadas no estudo.

Nota-se que as regiões mais tecnificadas do Brasil concentram-se no Sul e no Sudeste (estados de São Paulo e Minas Gerais). Verifica-se, nesse mapa, um aspecto bastante peculiar: a existência de um “corredor tecnológico” ligando o noroeste de São Paulo ao oeste do Paraná.

Mato Grosso apresenta um foco de tecnologia mais concentrada, cercado por regiões de usos diversos de várias tecnologias, área que pode ser considerada de transição ou de dispersão da tecnologia originada na região central.

Conclusões

O presente estudo mostrou que, com o uso de ferramentas simples de análise de correlação espacial, é possível obter informações que não seriam tão facilmente observadas pelo simples mapeamento dos dados.

Aplicando-se a análise exploratória aos indicadores de uso de tecnologia pelos estabelecimentos agropecuários, por meio do índice global de Moran e do índice local de Moran, observou-se a existência de conglomerados (*clusters*) de uso de tecnologia, associados, na

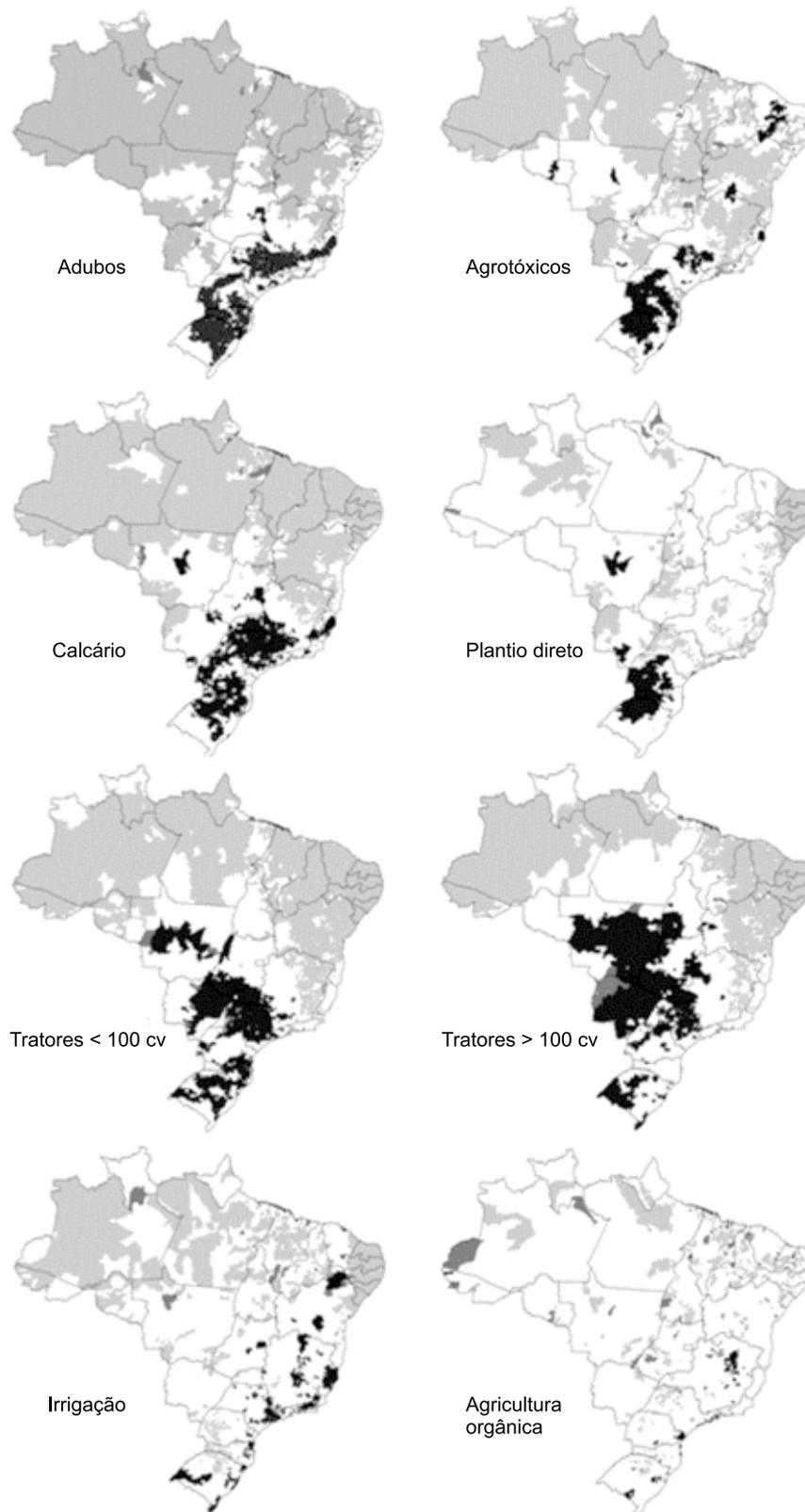


Figura 10. MoranMap dos indicadores de uso de tecnologia pelos estabelecimentos.

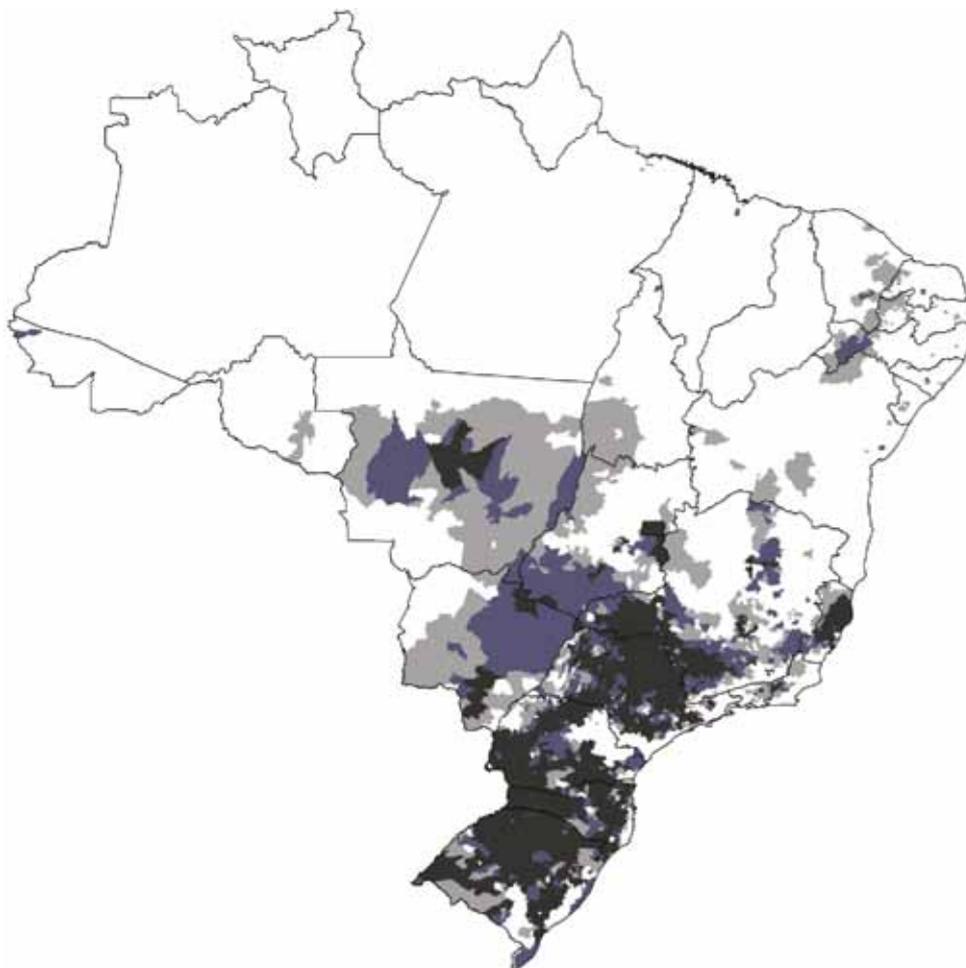


Figura 11. Sobreposição das regiões de valor alto-alto significantes dos dados analisados, exceto a agricultura orgânica.

maioria dos casos, a regiões agrícolas consolidadas, como foi o caso do Sul do País, ou em expansão, a exemplo do Estado de Mato Grosso.

Analisando-se os dados de escala nacional, foram destacados padrões em regiões específicas, os quais, se for feita uma observação mais detalhada – por exemplo, com dados municipais ou com dados das microrregiões somente de dentro do Estado –, mostram-se bastante significativos, como é o caso da região situada entre Minas Gerais e Bahia.

Notou-se também áreas de transição, como é o caso da região compreendida entre Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, onde um estudo do comportamento da distribuição dos

dados no tempo pode auxiliar na modelagem do comportamento da expansão agrícola.

O uso do software TerraView (2010) para uma análise introdutória dos dados espaciais atendeu plenamente aos interesses deste estudo, além de ser de fácil compreensão, até mesmo para o usuário que não esteja habituado com a análise exploratória de dados espaciais.

Referências

ALMEIDA, E. S.; PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G. C. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 46, n. 1, p. 31-52, 2008.

- ALMEIDA, M. A. S.; ALMEIDA, E. S.; SARTORIS NETO, A. **Criminalidade no Estado de São Paulo: uma análise espacial**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, 4., 2006, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, 2006.
- ANSELIN, L. **Exploratory spatial data analysis in a geocomputational environment**. Morgantown: Regional Research Institute and Department of Economics, 1998. Disponível em: <<http://www.rri.wvu.edu/pdffiles/geocomp.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2011.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. **Geographical Analysis**, [Columbu], v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.
- ANSELIN, L. The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. In: GISDATA SPECIALIST MEETING ON GIS AND SPATIAL ANALYSIS, 1993, [Amsterdam, NL. **Proceedings...**] Morgantown: Regional Research Institute; Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis, [1993]. (Research Paper, 9330).
- BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. **Interactive spatial data analysis**. Harlow: Longman, 1995. 413 p.
- DRUCK, M. S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 208 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2006: Brasil, grandes regiões e unidades da federação**. Rio de Janeiro, 2006. 777 p.
- NETER, J.; WASSERMAN, W. **Applied linear statistical models**. Homewood: Richard D. Irwin, 1974. 842 p.
- NEVES, M. C.; LUIZ, A. J. B. **Distribuição espacial da cultura de café no Estado de São Paulo**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 22 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 40).
- NEVES, M.; RAMOS, F.; CAMARGO, E.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. **Análise exploratória espacial de dados sócio-econômicos de São Paulo**. 2000. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/marcos_gisbrasil2000.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2009.
- QUEIROZ, M. P.; SILVA, F. G. F. da; ARAÚJO, C. E. F. Análise espacial exploratória de roubos de cargas em rodovias federais no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Risco e Seguro**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, p. 129-144, out. 2008/mar. 2009.
- RAMOS, R. A. R.; SILVA, A. N. R. da. A spatial analysis approach for the definition of metropolitan regions: the case of Portugal. **Environment and Planning B: Planning and Design**, London, GB, v. 34, n. 1, p. 171-185, 2007.
- SINDAG. Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola. **Dados de mercado**. Disponível em: <http://www.sindag.com.br/dados_mercado.php>. Acesso em: 20 ago. 2010.
- TERRALIB. **What is TerraLib?** Disponível em: <<http://www.terralib.org/php/about.php?body=AboutTL>>. Acesso em: 20 dez. 2010.
- TERRAVIEW. Versão 4.1.0. São José dos Campos: INPE, 2010. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/terraview>. Acesso em: 20 dez. 2010.
- UNITED STATES. Department of Agriculture. **Foreign Agricultural Service's Production, Supply and Distribution Online (PSD Online)**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>>. Acesso em: 20 dez. 2010.
-

Estudo da viabilidade econômico-social de um projeto de reflorestamento da área de preservação permanente (APP) de Cataguarino¹

Luckas Sabioni Lopes²
Patrícia de Melo Abrita Bastos³
Brício dos Santos Reis⁴

Resumo – Este estudo analisa a viabilidade de um projeto de manutenção da APP de Cataguarino considerando não apenas fatores ambientais e econômicos, como também sociais. Para conter a degradação dessa APP Cataguarino, propõe-se o reflorestamento com a espécie exótica *Eucalyptus* spp., que apresenta expressivo nível de melhoramento genético, em produtividade e em qualidade. Concomitantemente, propõe-se o cercamento de um fragmento de APP de Cataguarino, de modo que o reflorestamento com espécies nativas ocorra de forma natural. Os resultados encontrados demonstram que, do ponto de vista do investidor privado, esse empreendimento não é lucrativo. Contudo, considerando as externalidades positivas geradas pela proteção ambiental na avaliação do projeto, sob a ótica social, percebeu-se que esse é viável, com uma TIR da ordem de 27% ao ano. Assim, políticas públicas que incentivem a preservação da mata da região considerada deverão trazer alta rentabilidade social.

Palavras-chave: APP Cataguarino, reflorestamento, viabilidade social.

Economic and social viability of a project to reforest the area of permanent preservation (APP) of Cataguarino

Abstract – This study evaluates the feasibility of a maintenance project of the APP Cataguarino considering not only environmental and economic factors but also the social. Aiming to stem the degradation of APP Cataguarino, it is proposed reforestation with exotic species *Eucalyptus* spp. whi-

¹ Original recebido em 8/12/2011 e aprovado em 24/1/2012.

² Doutorando em Economia Aplicada do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa (DER/UFV). E-mail: luckas.lopes@ufv.br

³ Doutoranda em Economia Aplicada do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa (DER/UFV). E-mail: patricia.bastos@ufv.br

⁴ D.S. em Economia Rural, 2001, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), professor adjunto de Contabilidade e Finanças, Economia Internacional e Cooperativismo. E-mail: bricio@ufv.br

ch presenting significant level of genetic improvement in productivity and quality. Concomitantly, propose to put wire fence of a fragment of APP Cataguarino so that reforestation with native species occur naturally. The results show that from the standpoint of the investor, the investment is not profitable. However, considering the positive externalities generated by the environmental protection in the evaluation of the project under the social standpoint, this is feasible, noted by an IRR of 27% per year. In this sense the public policy is necessary to provide incentives for enterprises of this kind.

Keywords: APP Cataguarino, reforestation, social feasibility.

Introdução

O reconhecimento da importância econômica e ecológica de florestas e matas naturais, principalmente no que diz respeito à biodiversidade de cada uma delas, já tem o seu papel consolidado nas discussões acadêmicas e para a sociedade em geral. Esse debate teve como marco inicial a Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo, Suécia, de 5 a 16 de junho de 1972, cujo intuito foi o de discutir a interligação da economia com o meio ambiente e os perigos de sua degradação. Vinte anos depois, foi realizada, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92. O principal resultado de tal encontro foi a Agenda 21, que estabeleceu objetivos e metas, cujo foco era o desenvolvimento sustentável.

Outras questões entraram em pauta nesse debate, principalmente no Brasil, estando entre elas a importância das matas e florestas consideradas áreas de preservação permanente (APP⁵). Essas áreas são caracterizadas por mata ciliar na beira de canais, riachos, rios, lagoas e/ou lagos. É a vegetação natural em encostas de alta declividade, bem como em dunas, restingas, manguezais e outros ecossistemas ameaçados. A característica comum das APPs é que elas são necessárias para manter a vida humana e a sua qualidade. Apesar de serem protegidas por lei, essas áreas sofrem várias ameaças, como as pressões ocasionadas pelo crescimento urbano e da agropecuária.

A APP de Cataguarino está inserida nesse grupo. O distrito de Cataguarino⁶, que pertence ao Município de Cataguases, MG, possui, em sua parte norte, um pequeno fragmento de mata, cujas coordenadas são 21°17'37,86"S 42°43'38,57"O, e altitude que varia de 355 m a 428 m acima do nível do mar. Esse fragmento está inserido no bioma Mata Atlântica, sendo classificada como floresta estacional semidecidual (IBGE, 1993). Esse bioma está ameaçado no Brasil, restando apenas 7% de Mata Atlântica em território nacional, dos quais boa parte está colocada sob a proteção das unidades de conservação.

A exploração predatória da Mata Atlântica teve início com o pau-brasil, estendendo-se para outras madeiras de alto valor para construção naval, edificações, móveis e outros usos, como tapinhoã, canela, canjerana e jacarandá. Os remanescentes de Mata Atlântica totalizam cerca de 100 mil km², que se concentram nos estados das regiões Sul e Sudeste, recobrando parte da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira, onde o processo de ocupação foi dificultado pelo relevo acidentado e pela pouca infraestrutura de transporte.

Assim como ocorre em praticamente toda a Zona da Mata, o fragmento supramencionado encontra-se isolado e localizado em topo de morro e em área de declive, sendo, então, legalmente considerado como área de preservação permanente (APP). Grande parte do impacto causado nessa área é gerada pela retirada de lenha pela população local, o que dificulta o pro-

⁵ As APPs são protegidas pela Lei Federal nº 7.803/89. As intervenções nas APPs, quando não autorizadas pelo DEPRN, são consideradas crime ambiental, conforme dispõe a Lei Federal nº 9.605/98, passível de pena de detenção de 1 a 3 anos e multa correspondente.

⁶ As considerações sobre a APP que se seguem foram fornecidas diretamente pelo biólogo Clodoaldo Assis, residente na região.

cesso de ciclagem, tornando o solo mais pobre. O solo sofre também com a entrada de gado, que, em época de estiagem, alimenta-se das plântulas e de pequenos arbustos, atrapalhando o processo de sucessão, além de compactar o solo e, provavelmente, a nascente do local. Ademais, nessa área, é comum a presença de cães e gatos semisselvagens, que predam a fauna silvestre, competindo com os predadores naturais, além de lhes transmitirem doenças.

Não se trata aqui de discutir se a mata tem de ser preservada, já que, na condição de APP, ela está protegida por lei; o propósito deste estudo é avaliar a viabilidade de um projeto que estimule uma maior proteção a essas áreas, contribuindo para sua preservação, e que esteja, concomitantemente, abarcando fatores de interesse da população local.

Meister e Salviati (2009) ressaltam que uma política pública ou mesmo a iniciativa privada que considere somente fatores econômicos não vão resolver o problema socioambiental atlântico, pois favorecem o plantio de monoculturas de espécies exóticas e, assim, não tratam da questão da biodiversidade. Sendo assim, os autores recomendam uma ação integrada pelas três esferas do governo. Por essa ótica, buscou-se, neste trabalho, apresentar um projeto que incorpore o lado ambiental, levando em consideração a biodiversidade, o lado econômico, abarcando o custo de oportunidade dessas reservas, e o lado social, tendo em vista as características econômicas e culturais da comunidade estabelecida próximo a essa reserva.

Diante desse contexto, para resolver o problema da degradação recorrente na APP de Cataguarino, o presente projeto sugere o reflorestamento de uma área do distrito com a espécie exótica *Eucalyptus* spp., que apresenta expressivo nível de melhoramento genético, em produtividade e qualidade, e fornece uma madeira que pode ser explorada, de modo mais acelerado,

pela população, se comparada com outras espécies. Recomenda-se também o cercamento de um fragmento de APP de Cataguarino, de modo que o reflorestamento com espécies nativas ocorra de forma natural. Segundo especialistas do Ibama (informação verbal)⁷, é recomendado deixar que a mata se regenere de forma espontânea, ou seja, não plantando nem roçando o mato. Essa técnica permite que a mata se recupere com espécies naturais da região, a partir de sementes das proximidades ou mesmo em estado de dormência. Para tanto, calculam-se indicadores de custo-benefício do projeto, como o valor presente líquido e a taxa interna de retorno, sob as óticas privadas e sociais, a fim de quantificar os impactos dessa ação de proteção ambiental sobre a população do distrito.

Características socioeconômicas e ambientais

Para compreender melhor as causas que levaram à degradação da APP de Cataguarino, foram aplicados 46 questionários, contendo 20 perguntas⁸, aos moradores dos entornos da APP. Ademais, foram realizadas conversas informais com os moradores e os empresários do setor agropecuário. A Tabela 1 apresenta os principais problemas ambientais, segundo informação dos moradores de Cataguarino. Nessa tabela, verifica-se que a degradação é devida, principalmente, à retirada de lenha. Esse resultado refere-se ao fato de que a população local necessita dessa mata para complementar sua renda, por meio da retirada de lenha e da extração de palmito.

A Tabela 2 apresenta a renda individual das pessoas entrevistadas. Pode-se verificar que mais de 50% das pessoas da amostra responderam que possuem rendimento entre 0 e 1 salário mínimo, corroborando a necessidade de uma atividade para complementar a renda de cada um dos entrevistados.

⁷ Informação obtida de funcionários do Ibama de Cataguases, entre os quais um biólogo que conhece a região de Cataguarino e suas especificidades.

⁸ Não foram apresentadas todas as respostas porque o objetivo deste questionário restringia-se a fazer um levantamento de dados para o melhor entendimento dos problemas relacionados à APP.

Tabela 1. Problemas ambientais mais preocupantes para os entrevistados do distrito de Cataguarino, MG.

Dano ambiental	Nº de entrevistados	%
Queimada	3	6,5
Poluição dos corpos d'água	4	8,7
Desmatamento	11	23,9
Poluição e desmatamento	5	10,9
Todos	21	45,7
NR	2	4,3
Total	46	100,0

Tabela 2. Renda individual mensal em termos de salários mínimos dos entrevistados do distrito de Cataguarino, MG.

Renda mensal em salários mínimos por categoria	Nº de entrevistados	%
[0; 1]	25	54,3
[2; 5]	12	26,1
[6; 10]	1	2,2
Não responderam	8	17,4
Total	46	100,0

Outra questão levantada é o baixo ICMS ecológico recebido pelo município de Cataguases, MG, que engloba o distrito de Cataguarino. As transferências advindas do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) de base “ecológica” é um instrumento utilizado para beneficiar os municípios que priorizam o saneamento básico e as unidades de conservação em suas jurisdições, favorecendo-lhes um maior acesso aos recursos financeiros captados pelo estado. Esse imposto é regido pela Lei nº 12.040, de 28 de dezembro de 1995, conhecida como Lei Robin Hood, que estabelece os critérios da distribuição do ICMS aos municípios. Em 2000, a lei foi alterada para nº 13.803 (em 27/12) (MINAS GERAIS, 2000).

Essa lei tem como um dos principais objetivos a compensação dos municípios que possuem custos de conservação, como aqueles que preservam nascentes de rios para manter os respectivos recursos ambientais, e que se colocavam em uma posição de desvantagem em relação aos demais municípios que desfrutavam desses recursos, sem receber, entretanto, nenhuma contrapartida financeira. Ou seja, esse instrumento busca a redução das diferenças econômicas e sociais entre os municípios e a descentralização da distribuição do ICMS.

No que concerne à partilha do ICMS arrecadado pelo estado, 75% do montante é destinado à União e 25% são distribuídos entre os municípios. Desses 25%, 1% é destinado a características ambientais dos municípios, sendo decomposto em 0,5% para as unidades de conservação e outras áreas protegidas, e 0,5% para aterros sanitários, estações de tratamento de esgotos e usinas de compostagem.

A Tabela 3 apresenta o montante do ICMS ecológico de Cataguases e de cidades limítrofes, para fins de comparação. Como se pode verificar nessa tabela, o ICMS ecológico de Cataguases é bem inferior ao de Leopoldina, cidade vizinha, que é menor em extensão e em população. Também se mostra expressivamente inferior em relação à cidade de Muriaé, cujo montante é próximo da média estadual. Esses dados revelam uma lacuna de preocupação com o meio ambiente em Cataguases, pois indica que existem poucas áreas de preservação, e que, como destacado acima, algumas partes estão sendo fortemente degradadas.

Esse cenário, além de desfavorecer a receita tributária do município, também implica sérias consequências para a população. A Tabela 4 apresenta os indicadores de carência ambiental do município. Verifica-se que o número de pessoas doentes por falta de saneamento ambiental vem aumentando nos últimos anos. Pode-se inferir que uma das causas desse fato é a piora dos indicadores ambientais, corroborada pelas variações negativas dos indicadores.

Tabela 3. Evolução do ICMS ecológico em cidades selecionadas, de 2006 a 2010.

Localidade	ICMS ecológico (R\$)					Média
	2006	2007	2008	2009	2010	
Cataguases	812,35	1.707,93	2.276,35	1.691,67	1.937,66	1.685,19
Leopoldina	99.982,11	3.540,45	4.916,21	4.263,59	5.104,45	23.561,36
Muriaé	19.576,30	19.521,94	21.964,38	20.453,58	23.664,71	21.036,18
Média estadual	94.074,03	112.220,62	125.078,23	111.871,94	104.788,03	109.606,57

Fonte: Fundação João Pinheiro (2004).

Tabela 4. Indicadores de carência ambiental no município de Cataguases.

Indicador	Ano								Var. (%)
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Percentual da população afetada pelas doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado	2,95	4,32	3,43	4,63	3,70	4,36	3,90	–	8,00
Percentual de cobertura vegetal por flora nativa no município	–	–	–	12,41	–	12,39	–	12,33	-0,32
Gasto per capita com meio ambiente (R\$ de dez./2008/hab.)	2,39	1,70	0,88	0,48	0,49	0,33	0,17	0,19	-33,6
Percentual da área municipal protegida por unidades de conservação e por áreas indígenas	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0
Percentual de cobertura vegetal por Mata Atlântica no município	–	–	–	12,41	–	12,39	–	12,33	-0,32
Percentual de cobertura vegetal por reflorestamento no município	–	–	–	1,06	–	1,02	–	1,02	-1,89

Fonte: Fundação João Pinheiro (2004).

Apesar de o ICMS ecológico em Cataguases ser baixo, foi constatado que há incentivos para projetos de reflorestamento na região. Pode-se citar como exemplo a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG), que, em parceria com a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa), tem incentivado a cultura do eucalipto na região. O projeto, denominado Fomento de Florestas Plantadas, fornece,

por intermédio da Seapa, as mudas e o calcário necessários para o plantio. A assistência técnica é realizada pela Emater-MG, cujos técnicos visitam as propriedades e orientam os produtores sobre o manejo correto da cultura. Desse modo, o produtor fica responsável apenas pela manutenção e pela condução das plantações. No distrito de Cataguarino, as mudas de eucalipto são fornecidas gratuitamente pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF).

Referencial teórico

De acordo com Woiler e Mathias (1996), projeto é o conjunto de informações internas e externas à organização, coletadas e processadas com o objetivo de analisar a viabilidade de determinado investimento. O projeto pode ser analisado sob o aspecto financeiro ou privado, quando se leva em consideração os retornos financeiros para o empreendedor, ou sob a ótica social ou econômica, quando se avaliam os resultados do projeto para a sociedade em geral, não se considerando, obviamente, os interesses particulares. As transferências entre indivíduos, tais como impostos e subsídios, são eliminadas na avaliação social, e as externalidades são incorporadas.

Neste estudo, serão feitas tanto a avaliação privada quanto a social do projeto proposto para a preservação da APP de Cataguarino. Nesse tipo de avaliação, assim como é feito para outros projetos de reflorestamento, serão analisadas as movimentações financeiras de longo prazo, nas quais se recomendam a taxa interna de retorno (TIR) e o valor presente líquido (VPL), para comparação e análise da viabilidade dos empreendimentos.

Segundo Brealey et al. (1995) e Horne (1979), os métodos quantitativos de análise econômica de investimentos dividem-se em dois grupos: os que não levam em conta o valor do dinheiro no tempo, como o método do *pay back*, e os que consideram o valor do dinheiro no tempo, que são avaliados por meio do critério do fluxo de caixa descontado, como a taxa interna de retorno e o valor presente líquido.

De acordo com Puccini (2004), o valor presente líquido (VPL) é o valor monetário (PV) do ponto zero da escala de tempo, ou seja, a soma de suas parcelas futuras, descontadas para o ponto zero, com uma determinada taxa de juros. A taxa de juros utilizada para descontar as parcelas futuras do fluxo de caixa é denominada taxa de desconto, que representa o custo de capital. Segundo Gitman (2002), é preciso descontar os fluxos de caixa a uma taxa que represente

o retorno mínimo que a entidade deve obter em determinado projeto, para que seu valor de mercado permaneça inalterado.

No que diz respeito à taxa interna de retorno (TIR), apesar de ser considerada teoricamente inferior ao VPL, na prática ela é a medida mais adotada, pois os empreendedores estão mais habituados a analisar taxas do que valores numéricos, como os encontrados em VPL. Segundo Gitman (2002), a TIR refere-se à taxa que faz que o VPL de um investimento se iguale a zero.

Externalidades

Os fragmentos de Mata Atlântica constituem ativos ambientais e, como tal, seus preços não expressam os desejos da sociedade; em geral, subestima-se a gama de serviços fornecidos por esses ativos. É comum também que os preços dos ativos ambientais não existam, ou sejam difíceis de ser calculados. Essa característica gera uma falha de mercado, pois as decisões privadas baseadas nesses preços (ou na falta deles) não provocam uma alocação eficiente de recursos.

As externalidades podem surgir entre produtores e consumidores, ou entre consumidores e produtores. Segundo a tipologia de Perman et al. (2003), elas podem ser entre consumidores, afetando produtores e/ou consumidores, e vice-versa. Em outras palavras, externalidade acontece quando a atividade de um tomador de decisão afeta o nível de utilidade de outros. De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2006), as externalidades podem ser negativas ou positivas. O primeiro tipo ocorre quando a ação de uma das partes impõe custos à outra; já as externalidades positivas se dão quando a ação de uma das partes beneficia a outra. Nesse sentido, o preço de mercado do ativo gerado nessas atividades não reflete seu valor social total, havendo subprecificação quando estão presentes externalidades positivas, e sobreprecificação no caso das negativas.

As matas nativas oferecem serviços ecossistêmicos – como regulação do clima, serviços de recepção e reprocessamento de resíduos e

ciclos biogeoquímicos, entre outros –, e, desse modo, possuem considerável valor econômico, cujas técnicas de mensuração são demonstradas em Motta (1998). As florestas plantadas também oferecem vantagens ao meio ambiente. Por exemplo, 1 ha de floresta plantada oferece, em madeira, o equivalente a 30 ha de floresta nativa; por conseguinte, reduz a pressão sobre os desmatamentos. Ademais, 1 ha de eucalipto absorve cerca de 10 t de carbono da atmosfera por ano, contribuindo para a redução do aquecimento global e do efeito estufa. Como se vê, projetos que favorecem o reflorestamento geralmente fornecem externalidades positivas.

Metodologia

A Mata Atlântica remanescente da região de Cataguarino, no interior da Zona da Mata de Minas Gerais, sofre constantes baixas, decorrentes da ação da população local, que a utiliza como fonte de madeira e lenha, principalmente. Nesse sentido, esta pesquisa propõe um projeto de reflorestamento com eucalipto de uma região equivalente à Mata Atlântica atual, com área de 6 ha, como substituto da floresta original no fornecimento de insumos à população; além disso, o projeto sugere o cercamento de uma área de 19 ha ao redor da Mata Atlântica restante, com o intuito de facilitar a recuperação das espécies nativas.

Nesta pesquisa, a avaliação do projeto baseou-se em duas óticas: a privada e a social.

Na primeira, foram feitos dois tipos de cálculo para as medidas do valor presente líquido e da taxa interna de retorno: um abrange todos os custos, e inclui a aquisição de terras para o reflorestamento com eucalipto; e outro sugere apenas o arrendamento da terra.

Na ótica social, a análise utilizou os custos totais, mas com arrendamento da terra (também foram aventadas diversas fontes de risco nesta abordagem, a fim de se obter uma base bem sólida para a tomada de decisão).

Para o levantamento dos custos de produção e demais preços referentes ao projeto, foram tomadas várias iniciativas: visitas à localidade, entrevistas, consultas a especialistas e a órgãos públicos, levantamento das informações contidas no Censo Agropecuário de 2006, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2011), da Caixa Econômica Federal (CEF), e na Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO 13, 2010). A Tabela 5 resume os custos de implantação da floresta de eucalipto na região analisada, que tem como principal intuito servir de fonte alternativa de insumos aos moradores de Cataguarino, MG.

Como se observa na tabela citada, os custos por hectare no primeiro ano do plantio de eucalipto chegam a R\$ 1.842,35, sendo que aproximadamente 40% desse valor provém de insumos e do preparo do solo, enquanto os 20% restantes resultam dos tratamentos culturais. No segundo e terceiro anos, os custos caem drasticamente, e dizem respeito à continuidade do controle de formigas e à feitura de podas, cujos custos foram, respectivamente, de R\$ 131,00 e R\$ 140,00 (segundo e terceiro anos). Como ressaltam Rezende et al. (2005), incide ainda sobre a produção de eucalipto uma diversidade de impostos e taxas: a Taxa Florestal (TF), a Taxa de Cadastro de Registro (TCR), a Taxa de Registro e a Taxa de Posse de Motosserra (TRM e TPM), o Imposto Territorial Rural (ITR), o Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), o Imposto de Renda de Pessoas Jurídicas (IRPJ), a Contribuição Social sobre o Lucro (CSL), a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins), a Contribuição para o Instituto Social da Seguridade Social (INSS), a Contribuição para o Programa de Integração Social (PIS) e a Contribuição Sindical Rural (CSR). De maneira criteriosa, os referidos autores calcularam que esses tributos têm um peso de 37,78% do custo total de plantio da cultura. Assim, utiliza-se desse percentual nos cálculos referentes aos fluxos de caixa do projeto, o que, por sua vez, evita o

Tabela 5. Investimentos necessários à implantação da cultura de eucalipto (R\$/ha).

Insumo	Unidade	Custo unit. (R\$)	1º ano		2º ano		3º Ano	
			Quant.	Custo total (R\$)	Quant.	Custo total (R\$)	Quant.	Custo total (R\$)
Mudas	Unidade	0,20	1.667	350,20	0	0	0	0
Aduto (4.30.10)	kg	1,50	200	300,00	0	0	0	0
Formicida	kg	13,00	2	26,00	2	26,00	0	0
Herbicida/dessecante	L	21,00	2	42,00	0	0	0	0
Óleo mineral	L	5,00	0,83	4,15	0	0	0	0
Subtotal				722,35		26,00		0
Preparo do solo p/ plantio								
Roçada manual	Dia/homem	35,00	6	210,00	0	0	0	0
Aceiro/queimada	Dia/homem	35,00	2	70,00	0	0	0	0
Controle de formigas	Dia/homem	35,00	2	70,00	0	0	0	0
Dessecagem	Dia/homem	35,00	2	70,00	0	0	0	0
Coveamento/plantio	Dia/homem	35,00	9	315,00	0	0	0	0
Replântio	Dia/homem	35,00	1	35,00	0	0	0	0
Subtotal				770,00		0		0
Tratos culturais								
Combate a formigas	Dia/homem	35,00	4	140,00	3	105,00	0	0
Dessecamento/coroamento	Dia/homem	35,00	2	70,00	0	0	0	0
Roçada manual linha	Dia/homem	35,00	4	140,00	0	0	0	0
Desrama (poda)	Dia/homem	35,00	0	0	0	0	4	140,00
Subtotal				350,00		105,00		140,00
Total geral				1.842,35		131,00		140,00

Fonte: Emater-MG (1999).

uso do abatimento da depreciação sobre a receita total, visto que esse é um fluxo real de recursos que incide sobre a atividade de plantio do eucalipto.

Outra fonte de custos no projeto são os referentes aos investimentos necessários ao cercamento da região da Mata Atlântica, que são elevados. O orçamento levantado nesta etapa corresponde ao valor de uma tela, no formato de alambrado, galvanizada, ligada a postes de aço galvanizado,

na altura de 2,5 m. A Tabela 6 resume os custos de implantação da cerca. Na primeira coluna, encontram-se os itens de custo; na segunda, o valor do metro linear para cada item; a terceira coluna mostra o perímetro da área a ser delimitada, com o total de 19 ha e 1.350 m de perímetro; e, nas colunas 4 e 5, apresentam-se o custo total e a fonte dos coeficientes técnicos, respectivamente. Ressalta-se que o valor total calculado, no montante de

Tabela 6. Custos com o cercamento da mata de Cataguarino.

Item	Valor unit. (m) (a) ⁽¹⁾	Quant. (m) (b) ⁽²⁾	Total (a x b)
Tela entressoldada galvanizada Gerdau	R\$ 19,83	1.350	R\$ 26.768,88
Tubo de 2", espessura de 5 mm	R\$ 39,49	1.350	R\$ 53.308,80
Tubo de 1 1/2", espessura de 3,5 mm	R\$ 42,11	1.350	R\$ 56.851,20
Arame galvanizado de 2,1 mm	R\$ 2,55	1.350	R\$ 3.436,29
Mão de obra	R\$ 18,46	1.350	R\$ 24.921,00
Total geral	R\$ 122,43	-	R\$ 165.286,17

⁽¹⁾ Valor unitário por metro linear.

⁽²⁾ Perímetro aproximado da área total a ser cercada, no total de 19 ha.

Fonte: Sinapi (2011) e TCPO 13 (2010).

R\$ 165.286,17, representa parcela relevante do custo total levantado, e já inclui a parcela referente à fixação da cerca no terreno com concreto⁹.

Há que se considerar também o preço da terra, que é de R\$ 42.000,00, e o valor do arrendamento, de R\$ 2.775,00 ao ano, ambos referentes a propriedades com área entre 5 ha e menos de 10 ha, cujos valores foram calculados com base no Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006). Esses valores são médias referentes ao Estado de Minas Gerais, e foram utilizados em razão da imprecisão dos dados levantados sobre a região de Cataguarino, mas parecem razoáveis para a realidade local. A análise de risco procurou suplantar esse problema por meio de simulações, como será discutido adiante.

Na análise da viabilidade social do projeto, certos fluxos de caixa devem ser alterados. Em primeiro lugar, a mão de obra empregada no cultivo do eucalipto e na delimitação da área protegida costuma ser não qualificada. Em termos sociais, o emprego desse tipo de trabalho tem um custo menor do que sob a ótica privada, pois se ocupam, em uma atividade remunerada, pessoas que estariam subempregadas ou desempregadas. Os dados da Fundação João Pinheiro

(FJP) mostram o percentual de pessoas empregadas no setor formal em Cataguases, que foi de aproximadamente 30% em 2007, enquanto a população economicamente ativa foi de 60%, nesse mesmo período (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2004). Desse modo, utilizou-se como *proxy*, para o valor social da mão de obra não qualificada, o valor de 0,7 (igual a 100 – 30%) do valor privado. Essa fração foi aplicada sobre os R\$ 35,00 da hora-homem (Tabela 5), sobre os R\$ 18,46 da mão de obra por metro de cerca (Tabela 6) e sobre o custo de extração do metro cúbico de eucalipto. Em segundo lugar, na análise social do projeto, é necessário computar o valor da externalidade positiva advinda da proteção da Mata Atlântica na região. Com efeito, a proteção ambiental viabiliza a recuperação da mata, das espécies animais, da qualidade do ar, entre outros benefícios. Entretanto, um impasse prático se dá na medição, em termos monetários, dessa externalidade.

Para resolver esse problema, na avaliação realizada a seguir, utilizou-se como *proxy*, para os efeitos externos da preservação, o valor da multa pela invasão, pela degradação ou pela destruição de APPs, conforme definido no

⁹ O cercamento é com material metálico, que combina uma tela eletrossoldada galvanizada, com altura de 2,03 m, com galvanização tipo camada pesada, alcançando uma altura total de aproximadamente 2,50 m, ficando esse artefato sustentado por postes de aço galvanizado e cinco fiadas de arame farpado, em toda a extensão do alambrado. A tela deve ser costurada a cada dois postes, por um ferro chato de 1/2" x 1/8". E serão fixados postes esticadores, com diâmetro de 63,5 mm e espessura de 1,95 mm, com espaçamento máximo de 20 m entre si. Os postes intermediários terão diâmetro de 50,8 mm, chapa de 1,55 mm e espaçamento de 2,5 m. Os postes serão fixados no terreno por chumbamento com concreto.

artigo nº 45 do Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2008). O decreto estipula uma multa que pode variar de R\$ 1.500,00 a R\$ 50.000,00 por hectare, de acordo com a intensidade da infração. Em razão da possibilidade de diversos valores de multa, consideraram-se, nos fluxos, diversas entradas anuais positivas, variando nesse intervalo citado.

Outras considerações acerca dos fluxos de caixa podem ser feitas. Por exemplo, eles estão em termos reais, isto é, em preços atualizados de 2010. Além disso, duas medidas de viabilidade foram calculadas – o VPL e a TIR –, já que, apesar de existirem outras na literatura, essas são as mais comumente utilizadas e respondem bem aos objetivos da presente análise. Por fim, vale destacar que outras informações técnicas acerca dos fluxos financeiros avaliados serão apresentadas quando pertinentes.

Resultados

Análise da viabilidade do projeto sob a ótica privada

Nesta primeira parte da análise da viabilidade econômica do projeto de proteção da Mata Atlântica, fazem-se cálculos segundo a perspectiva privada, isto é, de um investidor comum que,

por suposição, é maximizador de lucro. Computam-se custos e receitas que incidem exclusivamente sobre esse agente, desconsiderando-se qualquer efeito da atividade sobre as regiões e as populações vizinhas. São calculados, então, os fluxos de investimentos demandados pelo projeto avaliado, os quais estão resumidos na Tabela 7. Como foi dito na seção anterior, nesse primeiro momento, os custos de compra do terreno são inseridos nas saídas de caixa. Ademais, por hipótese, assume-se que esse gasto não tenha valor residual.

Com respeito aos gastos com o cercamento da Mata Atlântica local, admite-se que a vida útil do alambrado seja igual à do projeto, isto é, de 7 anos, não restando, também, qualquer valor residual ao fim da atividade. Assim, se o projeto for replicado futuramente, será preciso que a cerca seja trocada para manter um nível razoável de proteção ao meio ambiente do local. Quanto à depreciação anual, essa foi desconsiderada, dado que o valor do imposto a ser pago foi calculado com base em entradas e saídas reais de caixa da atividade de plantio do eucalipto, como sugerido por Rezende et al. (2005).

A única fonte potencial de receita estritamente financeira nesse projeto advém da cultura do eucalipto. A Tabela 8 resume as informações relevantes sobre essa entrada de caixa do fluxo, que ocorre no sétimo ano de cultivo. Como se

Tabela 7. Fluxo de investimentos do projeto.

Investimento	Ano		
	0	1	2
Plantio de eucalipto	R\$ 11.054,10	R\$ 786,00	R\$ 840,00
Plantio de eucalipto, considerando impostos ⁽¹⁾	R\$ 15.230,34	R\$ 1.082,95	R\$ 1.157,35
Valor da terra	R\$ 42.000,00		
Cercamento	R\$ 165.286,17		
Reserva para cursos e cartilhas educativas	R\$ 10.000,00		
Total	R\$ 232.516,51	R\$ 1.082,95	R\$ 1.157,35
Total dos investimentos		R\$ 234.756,81	

⁽¹⁾ Impostos calculados como 37,78% dos custos totais do plantio de eucalipto.

Tabela 8. Fluxo de receitas do projeto.

Receita	Ano 7
Produção por hectare ⁽¹⁾	265 m ³
Números de hectares cultivados	6
Produção total	1.500 m ³
Preço do metro cúbico da madeira (de 15 cm a 30 cm de diâmetro), excluído o custo de extração de R\$ 3,00 m ⁻³⁽¹⁾	R\$ 37,00
Receita total	R\$ 55.500,00

⁽¹⁾ Eucalipto para carvão, lenha ou torete na Zona da Mata de Minas Gerais, segundo dados da CIFlorestas e da Embrapa.

vê, as receitas totais consideradas nessa formulação do projeto são de R\$ 55.500,00 e ocorreram no fim do período de investimento, e foi gerada uma produção de 265 m³ de madeira por hectare, no espaçamento de 2 m x 3 m, com o preço de R\$ 37,00 por metro cúbico, descontado o custo de extração.

De posse das informações disponíveis nas Tabelas 7 e 8, o valor presente líquido pode ser rapidamente calculado. Ao adotar uma taxa de desconto privada de 11%, igual à incidente sobre as letras do tesouro nacional (LTN), obtém-se o VPL dessa formulação do projeto, no valor de R\$ 207.699,43, o qual conduz, obviamente, a uma TIR negativa. Assim, o presente projeto gera

uma perda líquida de riqueza ao empreendedor sob a ótica privada, donde se pode concluir por sua não viabilidade.

Cumprido verificar, neste momento, em quanto o arrendamento anual da terra pode modificar o resultado anterior. Essa alteração nos fluxos retira a saída de caixa de R\$ 42.000,00 no ano “zero”, referente à compra da terra, e introduz, periodicamente, o aluguel da terra, no valor de R\$ 2.775,00 (ver Tabela 7 para comparações). A Tabela 9 resume os fluxos financeiros anuais do projeto em questão, em que as linhas denominadas de VP (11%) denotam o valor presente de um fluxo financeiro qualquer, quando descontado à taxa de 11% ao ano. Desse modo, o arrendamento anual da terra, como era de se esperar, não alterou a conclusão geral do projeto sob a ótica privada, isto é, sua não viabilidade. Entretanto, ao considerar essa forma de uso da terra nos fluxos, o VPL passou de R\$ 207,7 mil para R\$ 181,4 mil, aproximadamente. Ou seja, houve um ganho de R\$ 23,3 mil.

Em suma, o projeto de reflorestamento da Mata Atlântica de Cataguarino, sob a ótica do investidor individual, privado, não é lucrativo. Em outras palavras, os agentes econômicos, em geral, não levariam à frente um projeto como esse, em virtude do seu elevado custo. Deve-se, assim, analisar a viabilidade social desse empre-

Tabela 9. Fluxos de caixa do projeto sob a ótica privada, com arrendamento da terra.

Fluxos de caixa (R\$ mil)	Ano							
	0	1	2	3	4	5	6	7
i. Custos/Investimentos	188,37	4,69	4,98	3,82	3,82	3,82	3,82	3,82
VP (11%) (a_i)	188,37	4,23	4,04	2,80	2,52	2,27	2,04	1,84
$\sum_{i=0}^7 a_i$	208,11							
ii. Receitas								55,50
VP (11%) (b_i)								26,73
$\sum_{i=0}^7 b_i$	26,73							
Resultado líquido (VPL)								
$(\sum_{i=0}^7 b_i - \sum_{i=0}^7 a_i)$	-181,38							

endimento, que leva em consideração, além do retorno privado, os benefícios gerados, para toda a sociedade, pelo reflorestamento. Essa tarefa é feita na subseção seguinte.

Análise da viabilidade do projeto sob a ótica social

Projetos de reflorestamento geram externalidades que transbordam por toda a população adjacente ao empreendimento, e não podem ser capturados facilmente por um investidor privado, ou pelo sistema de preços de mercado. Nesse caso, a intervenção governamental geralmente é recomendada, a fim de se tentar reduzir as distorções existentes nos mercados (para detalhes acerca desse problema, consultar o artigo clássico de Meade (1952)). Assim, é importante que o projeto de reflorestamento aqui estudado seja avaliado sob o ponto de vista dos interesses da sociedade, o que vai fornecer subsídios à formulação de políticas públicas ambientais na localidade estudada.

Para tanto, diversos ajustes devem ser realizados, os quais foram descritos na seção de metodologia. Por exemplo, o valor da mão de obra não especializada terá 70% do valor de mercado – isso faz o valor da hora-homem cair para R\$ 24,50 (Tabela 5); e o valor da mão obra por metro linear de cerca cair para R\$ 12,92 (Tabela 6); e o valor por metro cúbico de eucalipto subir para R\$ 38,00 (Tabela 8). Além disso, os impostos não são computados na análise, porque são assumidos como transferências entre

indivíduos e governos. Quanto às externalidades, num primeiro momento, considera-se que elas sejam de R\$ 10.000,00 por hectare ao ano, dado que a multa, conforme exposto, pode variar de R\$ 1.500,00 a R\$ 50.000,00 por hectare ao ano. A taxa de desconto social utilizada foi de 8,5% a.a., a mesma que o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) emprega, em média, em seus financiamentos de projetos ambientais. De posse dessas informações, pode-se construir o fluxo de caixa do projeto, sob a ótica social, como se vê na Tabela 10.

A Tabela 10 mostra claramente que o projeto de reflorestamento é viável socialmente. Ao contabilizar a externalidade no fluxo em R\$ 10.000,00 ao ano por hectare, o VPL do projeto alcança a cifra de R\$ 144,44 mil, o que implica uma taxa interna de retorno, TIR, de 27,5% ao ano. Contudo, como são possíveis diversos valores de multas, foram calculados os VPLs para vários níveis possíveis de externalidades. Essas informações estão resumidas na Tabela 11.

Ao observar as informações da Tabela 11, é possível verificar que, para algum valor da externalidade entre R\$ 5,0 mil e R\$ 7,5 mil ao ano, o VPL passa de negativo para positivo. De fato, o valor exato no qual essa inversão ocorre é de R\$ 5.298,70, ou seja, se é razoável supor que a externalidade pode assumir um valor econômico ao ano, por hectare, acima desse, então o projeto é viável do ponto de vista social. Além disso, nos limites superiores da externalidade – 30, 40 ou 50 mil por hectare ao ano –, o projeto torna-se

Tabela 10. Fluxos de caixa do projeto sob a ótica social, com arrendamento da terra.

Fluxos de caixa (R\$ mil)	Ano							
	0	1	2	3	4	5	6	7
i. Custos/investimentos	179,62	3,37	3,36	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78
ii. Receitas/externalidade		60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	117,00
Resultado (ii – i)	-179,62	56,63	56,64	57,22	57,22	57,22	57,22	114,22
VP (8,5%) (c_t)	-179,62	52,19	48,11	44,80	41,29	38,06	35,08	64,53
$VPL = \sum_{i=0}^7 c_i$								144,44

Tabela 11. Relação entre a externalidade anual e a viabilidade do projeto.

Valor da externalidade (ha ano ⁻¹) (R\$)	VPL (8,5%) (R\$)	TIR (% a.a.)
50.000,00	1.372.881,00	165,0
40.000,00	1.065.770,19	131,0
30.000,00	758.659,38	100,0
20.000,00	451.548,57	63,6
10.000,00	144.437,76	27,5
7.500,00	67.660,06	17,7
5.000,00	-9.117,65	7,2
2.500,00	-85.895,35	-4,4
1.500,00	-116.606,43	-9,5
0,00	-162.673,05	-17,9

extremamente rentável socialmente, com a TIR sendo calculada em 100%, 131% ou 165% ao ano, respectivamente, nesses casos.

Desse modo, ao considerar os benefícios gerados à sociedade pelo reflorestamento e pela proteção da Mata Atlântica em Cataguarino, MG, o projeto é economicamente viável – um resultado que contrasta com a análise sob a ótica privada, executada anteriormente. Pode-se afirmar, com isso, que a ação governamental é essencial, pois, sem os estímulos adequados, isto é, na ausência de transferências compensatórias, os investidores privados não levarão adiante um projeto desse tipo. Cabe, assim, aos governos locais, tanto em âmbito municipal quanto em estadual, incentivar ou implementar projetos de reflorestamento como o proposto. Na próxima subseção, é feita uma análise criteriosa do risco desse projeto de reflorestamento, a fim de se fornecer base mais sólida à tomada de decisão de investimento.

Análise de risco do projeto sob a ótica social

Existem muitas formas e fontes de risco que podem influenciar os fluxos de caixa dos proje-

tos. Por exemplo, existem riscos no fornecimento de matérias-primas, que podem atrapalhar as atividades corriqueiras dos empreendimentos; riscos no ambiente econômico, que influenciam os preços e as expectativas em geral; e riscos financeiros, que ocorrem principalmente quando se utilizam fontes de financiamento externas, entre outros exemplos. Para tornar a presente análise mais realista, é importante que se tente modelar a influência desses fenômenos sobre as entradas e as saídas de caixa do projeto avaliado para, então, verificar como isso afetaria a tomada de decisão no que diz respeito à condução do projeto de proteção da Mata Atlântica na região de Cataguarino.

A Tabela 12 resume as hipóteses feitas na modelagem do risco¹⁰. Inicialmente, como o custo do arrendamento da terra foi calculado com base no Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006), tratando-se, portanto, de uma média para todo o Estado de Minas Gerais, foi assumido que ele pode variar segundo uma distribuição normal, com média de R\$ 2.775,00 e variância de 500, na região de Cataguarino. Ao custo com o cercamento, que consome parcela significativa dos investimentos iniciais, foi permitido variar randomicamente, segundo uma distribuição normal, com média de R\$ 157.807,17 e variância de 15.780,7. Cabe notar que, em ambos os casos, os valores médios das distribuições correspondem àqueles calculados previamente, na análise da viabilidade social do projeto. As demais fontes de custos, advindas do plantio do eucalipto e da reserva para atividades educativas no local, foram consideradas fixas nos cálculos.

Do lado das receitas, as externalidades foram consideradas como extraídas de uma distribuição uniforme, que variou de R\$ 1.500,00 a R\$ 50.000,00 anuais por hectare. Isso porque foi assumido que o valor anual dessa conta poderia ser aproximado pelo valor da multa aplicada às infrações associadas às APPs, o qual é bastante incerto. Assim, essa abordagem imputa a mesma probabilidade de ocorrência a todos os valores possíveis para a externalidade, e

¹⁰ Os cálculos foram realizados com o auxílio do software @RISK, versão 5.0.

Tabela 12. Fluxos financeiros e modelagem da forma do risco.

Fluxo de caixa do projeto	Modelagem do risco
I – Custos	
i. Plantio do eucalipto	
ii. Arrendamento	$\sim N(2.775; 500)$
iii. Cercamento	$\sim N(157.807,17; 15.780,7)$
iv. Reserva para cursos e cartilhas educativas	
Total dos custos	
II – Receitas	
i. Corte do eucalipto	$\sim N(57.000; 5.700)$
ii. Externalidade positiva	$\sim U(7.500; 300.000)$
Total das receitas	
III – Resultado líquido	Valor presente de I – Valor presente de II

verifica-se como essa característica influencia o VPL do projeto. Por fim, como existem incertezas acerca do ambiente econômico no futuro, permitiu-se que o fluxo de receitas com o cultivo do eucalipto variasse segundo uma distribuição normal com média de R\$ 57.000,00 e variância de 5.700.

De posse dessas informações, o modelo foi simulado 1.000 vezes e, em cada caso, calculou-se o respectivo VPL descontado à taxa de 8,5% ao ano, donde se derivou o histograma ilustrado na Figura 1. Nesse sentido, o VPL médio foi obtido com o valor de R\$ 624,31 mil, com desvio-padrão de R\$ 166,43 mil. O menor VPL computado foi de R\$ 156,92 mil, enquanto o maior foi de R\$ 1.154,99 mil. A assimetria dos dados foi calculada em 0,08, e a curtose, em 2,84. A distribuição de variáveis aleatórias normais tem essas duas últimas medidas iguais a zero e três, respectivamente. Assim, segundo o teste de Jarque-Bera, não se rejeita a hipótese de que os dados aqui analisados tenham uma distribuição próxima da normal. A estatística calculada para o teste foi de 2,08 com p-valor de 0,35.

Visualmente, esse resultado pode ser verificado pela curva Kernel em forma de sino ajustada aos dados, constante na figura em questão.

A principal informação que a análise de risco do projeto social fornece é que, mesmo quando se inserem diversas formas de aleatoriedades (risco) nos fluxos de caixa, elas fornecem uma base confiável que permite concluir que o projeto de reflorestamento da Mata Atlântica em Cataguarino é viável do ponto de vista social, devendo, assim, ser levado à frente por alguma instituição pública, ou por parcerias do tipo público-privadas (PPPs).

Conclusão

O presente estudo teve como objetivo avaliar um projeto de reflorestamento com eucalipto e de proteção da Mata Atlântica natural na região de Cataguarino, MG, que é uma APP que vem sendo alvo de constantes baixas, decorrentes da ação da população local. Os resultados encontrados estão de acordo com o teoricamente esperado, isto é, os cálculos mostram que, do

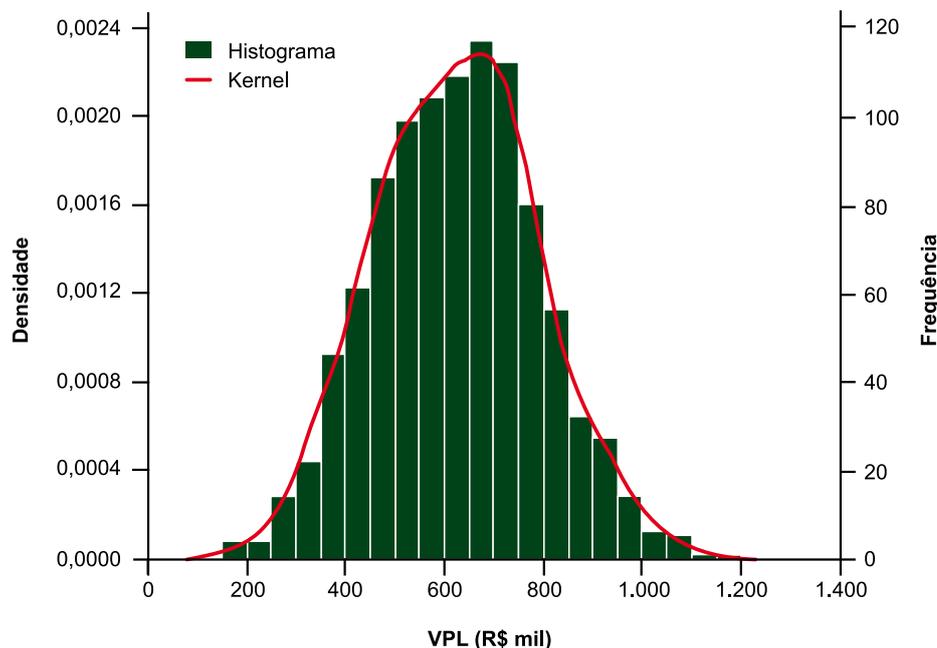


Figura 1. Distribuição dos VPLs simulados para a avaliação social do projeto de reflorestamento de Cataguarino, MG.

ponto de vista do investidor privado, esse empreendimento não é lucrativo, ou seja, não deveria ser implementado, dado que tem VPL negativo. Contudo, considerando as externalidades positivas geradas pela proteção ambiental na avaliação do projeto sob a ótica social, percebeu-se que esse é extremamente viável. Em que se pesem algumas deficiências do método da TIR clássica, as taxas de retorno obtidas chegaram a 165,5% ao ano, o que ilustra o elevado retorno do projeto para a sociedade do distrito de Cataguarino.

Como os investidores privados, em geral, não conseguem internalizar os benefícios da atividade de proteção ambiental, não há estímulos para que esse setor leve adiante um projeto como o avaliado nesta pesquisa. Cabe, portanto, à esfera pública, tanto a de âmbito municipal quanto a estadual, fornecer incentivos, do tipo transferências compensatórias, aos agentes privados, ou, então, implantar o projeto com os próprios recursos, visto que o empreendimento ambiental avaliado por esta pesquisa traz benefícios líquidos à população local.

Referências

- BRASIL. **Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008.** Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/D6514.htm>. Acesso em: 14 mar. 2012.
- BREALEY, R. A.; MYERS, S. C.; MARCUS, A. J. **Fundamental of corporate finance.** New York: McGraw-Hill, 1995. 354 p.
- EMATER-MG. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. **Reflorestamento, plantio e manejo do eucalipto.** 1999. Disponível em: <<http://www.emater.mg.gov.br>>. Acesso em: 14 out. 2011.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Índice mineiro de responsabilidade social.** 2004. Disponível em: <<http://www.fjp.gov.br/index.php/indicadores-sociais/-imrs-indice-mineiro-de-responsabilidade-social>>. Acesso em: 20 set. 2011.
- GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira.** 7. ed. São Paulo: Harbra, 2002. 910 p.
- HORNE, J. C. van. **Política e administração financeira.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979. 316 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2006**: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>>. Acesso em: 20 set. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de vegetação do Brasil**. 1993. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 set. 2011.

MEADE, J. E. External economies and diseconomies in a competitive situation. **The Economic Journal**, Cambridge, v. 62, n. 245, p. 54-67, 1952.

MEISTER, K.; SALVIATI, V. O investimento privado e a restauração da Mata Atlântica no Brasil. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 43-57, 2009.

MINAS GERAIS. **Lei 13.803, de 27 de dezembro de 2000**. Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. 2000. Disponível em: <http://www.fazenda.mg.gov.br/governo/assuntos_municipais/legislacao/leiestadual13803_00.htm>. Acesso em: 14 out. 2011.

MOTTA, R. S. da. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998. 254 p.

PERMAN, R.; YUE, M.; MCGILVRAY, J.; COMMON, M. **Natural resource and environmental economics**. 3. ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2003. 728 p.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. São Paulo: Prentice Hall, 2006. 641 p.

PUCCINI, A. L. **Matemática financeira**: objetiva e aplicada. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 432 p.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D.; RODRIGUES, C. Efeito dos tributos no custo de produção, na rotação e na reforma de *Eucalyptus* spp. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 70-83, 2005

SINAPI: **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/>. Acesso em: 14 mar. 2011.

TCPO 13: Tabela de Composições de Preços para Orçamentos. 13. ed. São Paulo: Pini, 2010. 630 p.

WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos**: planejamento, elaboração e análise. São Paulo: Atlas, 1996. 294 p.

Comparação relativa entre os custos de produção de café na Colômbia e no Brasil¹

Jorge Luis Mejia Ramirez²
Marcelo José Braga³

Resumo – Neste estudo, pretendeu-se identificar as diferenças entre os custos de produção de café na Colômbia e no Brasil, avaliando três tipos de produtor: o pequeno, o médio e o grande. Foram analisados, para cada um deles, o uso de mão de obra, de insumos e de serviços, a porcentagem de consumo nos custos diretos e indiretos, o custo por saca (60 kg) e o custo por hectare, comparando-se as receitas do exercício. Entre os resultados mais relevantes, observou-se que a mão de obra colombiana varia de 43,21% a 66,10%; no Brasil, ela varia de 10,89% a 52,20%. Os custos diretos e os indiretos não apresentaram diferenças significativas, sendo o menor custo para o ano 2008, por saca de R\$ 146,34, para a região de Antioquia; e o maior valor em custos foi na região de Tolima, com R\$ 285,33. Em se tratando de lucros no ano 2009, a melhor região da Colômbia foi a Antioquia, com R\$ 12.416,29, e, no Brasil, Luis Eduardo, com R\$ 895,31. O melhor comportamento em rentabilidade foi apresentado pelas regiões da Colômbia.

Palavras-chave: lucros, preço, prejuízos, produtividade.

Relative comparison between the cost of coffee production in Colombia and Brazil

Abstract – The study aims to identify the diverging differences between coffee production costs in Colombia and Brazil, evaluating three types of producers small, medium and big, analyzing between them the use of manpower, materials and services, percentage of consumption in direct and indirect costs, the cost per bag (132 Libras) and cost per hectare, comparing the income of the year. Among the most relevant results it was found that the Colombian manpower ranges from 43,21% to 66,10% and in Brazil it varies from 10,89% to 52,20%; the direct and indirect costs were not significantly different; the lowest cost for the year 2008 per bag was R\$ 146,34 for the region of Antioquia, and the highest cost was in the Tolima region with R\$ 285,33. For the case of profits in the year 2009, the best region of Colombia was Antioquia with R\$ 12.416,29, and of Brazil was the region Luis Eduardo with R\$ 895,31. The best performance in profitability was presented by the regions of Colombia.

Keywords: losses, pricing, profits, productivity.

¹ Original recebido em 2/10/2011 e aprovado em 31/10/2011.

² Estudante pós-graduando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV). E-mail: jorge.ramirez@ufv.br

³ Ph. D., professor titular da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Economia Rural. E-mail: mjbraga@ufv.br

Introdução

Brasil e Colômbia são grandes produtores mundiais de café. O primeiro é o maior produtor, com 36% da produção mundial, o que equivale a 47.199 sacas de café, e o segundo produz 7% da produção mundial (9.000 sacas de café), ocupando o quarto lugar (CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL, 2010).

A produção de café na Colômbia faz parte de uma estratégia nacional de desenvolvimento, que gera e mantém a economia de famílias rurais. É de vital importância para a nação manter o produto em um mercado internacional, mantendo, assim, a economia do setor em âmbito interno e externo. Para alcançar esse objetivo, a Colômbia estabeleceu três estratégias – denominadas Centro Nacional de Investigación de Café (Cenicafé), Federación Nacional de Caficultores de Colombia e Juan Valdez –, as quais pesquisaram, representaram o produtor e melhoraram o mercado por meio de um marketing benfeito.

Nos últimos anos, o preço mundial do café diminuiu de \$ 156,20 centavos de dólar a libra em 1980 para \$ 65,45 centavos de dólar a libra em 2003 (FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA, 2011), gerando uma crise internacional. Apesar disso, ainda hoje, o café é um produto do qual dependem centenas de produtores, atacadistas, intermediários, torrefadoras, transportadores e consumidores, principalmente na Colômbia e no Brasil, que atualmente produzem grande quantidade desse grão.

No cenário da cafeicultura atual, com a ampliação da competição, em áreas não tradicionais de produção, cumpre adotar estratégias que garantam a sobrevivência num período de preços em declínio. Entre essas estratégias, a continuidade da adoção de tecnologias, evitando reduzir tratamentos culturais, o investimento em qualidade e a atenção à otimização do uso dos diversos recursos, com redução de custos e racionalização de despesas na manutenção e colheita, constituem condições para a competi-

tividade e a permanência na atividade (TEIXEIRA et al., 2002).

Em cada sistema de produção agrícola, é preciso manter estratégias específicas para reduzir os custos diretos e indiretos, sem afetar a produção, aumentando a eficiência do cultivo, analisando seu desenvolvimento e rentabilidade e incorporando tecnologias que aumentem a eficácia do trabalho. Se isso não for realizado em um sistema de produção, a capacidade de manter a viabilidade competitiva diminuirá. Um das maneiras de avaliar a viabilidade do sistema produtivo é pelo custo de produção, um dos parâmetros mais utilizados na tomada de decisões quando se mede a rentabilidade de determinado negócio.

Embora o Brasil e a Colômbia venham produzindo café há décadas, até hoje não foi feita uma análise comparativa dos custos de produção desse grão entre os dois países, que desse respostas às seguintes questões: quem produz ao menor custo, se existem diferenças nos custos, se os prejuízos e os lucros são iguais nos distintos sistemas de produção e se há diferença de uso dos elementos de custos (mão de obra, insumos, serviços, depreciação e terra) pelos dois países. Tudo isso com o propósito de trocar conhecimentos e divulgar tecnologias para melhorar a competitividade desses países.

O objetivo deste trabalho foi analisar os custos de produção do café colombiano e do brasileiro no período 2008–2009, para os produtores pequeno, médio e grande, identificando os itens mais significativos na composição dos custos e mensurando a rentabilidade média por hectare dos sistemas de produção utilizados.

Além desta introdução, este estudo é composto de quatro partes: Definição de custos de produção; Material e métodos, onde é feita a descrição da área de estudo e dos procedimentos para determinar os custos de produção; Resultados e discussão, onde são analisadas, por tipo de produtor, as diferenças dos elementos de custo, as receitas, os lucros e os prejuízos; e Conclusões.

Definição de custos de produção

A apuração dos custos dos produtos está diretamente relacionada aos estoques de produtos acabados da empresa. Durante o processo de fabricação, valores correspondentes ao consumo de ativos são adicionados à matéria-prima até sua chegada ao estoque de produtos acabados. O custo representa as baixas efetuadas nas contas dos estoques de produtos acabados, em decorrência das vendas no período (BATALHA et al., 1997).

Na agricultura, o custo de produção significa a compensação que os donos dos fatores de produção utilizados por uma firma que produz determinado bem devem receber para que continuem fornecendo-os a essa. O conceito assim apresentado envolve custos de produção explícitos, que são os dispêndios feitos pela firma, e custos implícitos, em geral representados pelas remunerações ao capital fundiário e de exploração, e ao fator empresário (GRAÇA, 1976).

Custo de produção é a soma dos valores dos recursos utilizados em todo o processo produtivo de uma atividade agrícola, em dado período de tempo, que receba uma remuneração suficiente para cobrir esse valor, o que proporciona a continuidade dessa atividade.

Para caracterizar os custos de produção, há ainda que distinguir os custos fixos dos custos variáveis. Custo fixo corresponde aos fatores produtivos que se empregam em quantidades constantes, independentemente do nível de produção; eles não variam com a produção, tão logo seja fixado o tamanho do empreendimento. Custo variável diz respeito aos fatores que são utilizados, em quantidade que varia conforme a produção (GRAÇA, 1976).

Material e métodos

Área de estudo

Os dados de custos de produção foram coletados por zonas produtoras. Para a Colômbia,

foram tomados como referência os estados de Antioquia e Tolima e a região do Eje Cafetero. Foram coletados os dados de produtores pequenos, médios e grandes. No caso do Brasil, as regiões avaliadas foram: Franca, Guaxupé, Luis Eduardo, Patrocínio, São Sebastião do Paraíso, Londrina, Manhuaçu e Venda Nova do Imigrante, as quais estão divididas por tipos de produtor. Essas informações foram extraídas do Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (Sipsa), para a Colômbia (CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL, 2011); para o Brasil, os dados foram extraídos da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2011).

As zonas pesquisadas na Colômbia e no Brasil foram selecionadas, pelo reconhecimento em âmbito nacional, pela quantidade e pela qualidade da produção de café, e por estarem localizadas em um entorno de competitividade, graças às condições ótimas e a acessibilidade à informação (Figura 1).

Procedimentos para determinar os custos de produção

Os dados coletados sobre os custos de produção de cada país eram constituídos de formatos diferentes, impossibilitando, assim, uma análise direta; por isso, foi necessário definir os itens de custos diretos e indiretos.

Custos diretos

- Mão de obra: mão de obra fixa e variável.
- Insumos: fertilizantes, inseticidas, fungicidas, herbicidas, coadjuvantes, embalagens e outros.
- Serviços: assistência técnica, administração, aluguel de máquinas, operação de máquinas, manutenção de máquinas, análise de solo, transporte interno e armazenagem.

Custos indiretos

Depreciação: é a soma das depreciações de café e das instalações.

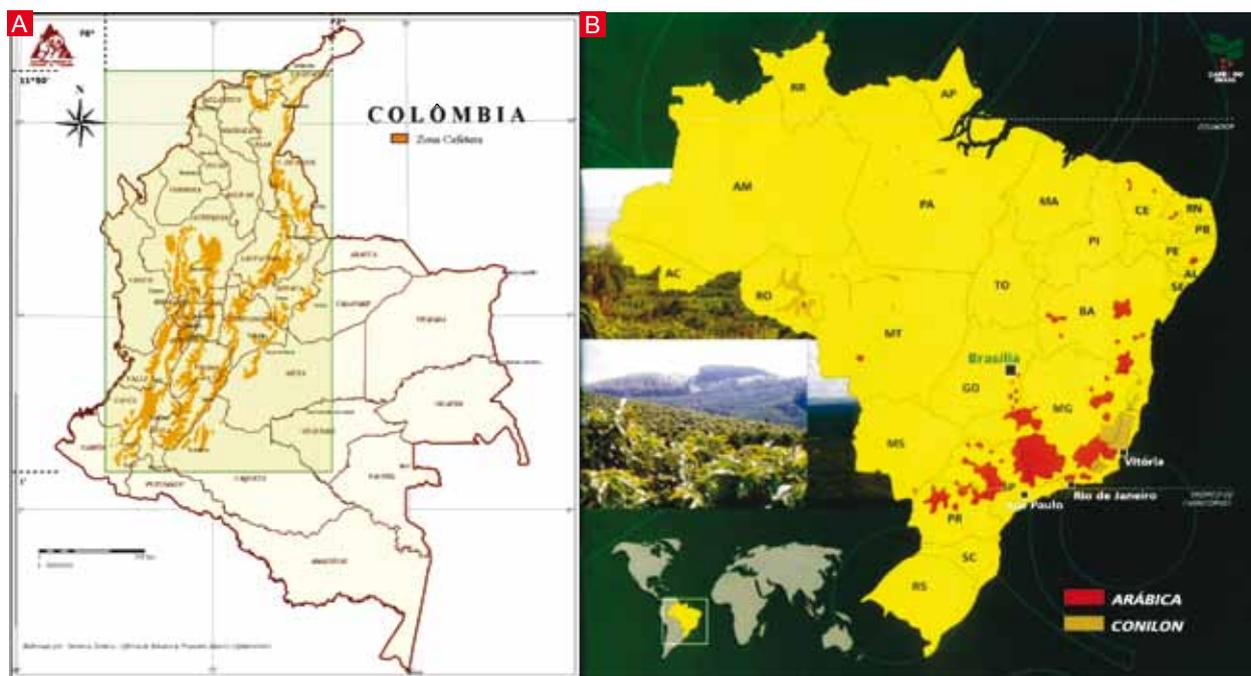


Figura 1. Localização das áreas de maior produção das regiões avaliadas na Colômbia (A) e no Brasil (B).

Fonte: (A) Café da Colômbia (2011); (B) Cetcaf (2012).

É feita da seguinte forma:

- Café: custo inicial do primeiro ano do cultivo, dividido pelo número de anos de vida útil.
- Instalações: custo inicial menos custo residual, dividido pelo número de anos de utilidade.
- Terra: arrendamento da terra ou desgastela dela.

A análise dos custos de produção de café na Colômbia e no Brasil foi realizada em cultivos no seu terceiro ano de produção, por meio da comparação, em porcentagem, dos seguintes fatores: elementos de custos, mão de obra, insumos, serviços, depreciações e terra, entre os tipos de produtor (pequeno, médio e grande), nas respectivas regiões, na safra 2008–2009. Esses dados foram obtidos da divisão do valor de cada um deles pelo custo total. Também se avaliou, por meio de figuras, a porcentagem dos elementos, os custos diretos e indiretos daquelas regiões e os tipos de produtor. Os custos diretos e indiretos foram obtidos pela divisão dos elos pelo custo total.

Também foi analisado o custo por saca e por hectare, e a receita por saca e por hectare, por meio de uma análise da rentabilidade do negócio, tomando como referência a moeda brasileira (o real) e realizando o câmbio de pesos colombianos para reais, com base em dados do Banco Central do Brasil (2011), para o período 2008–2009.

Para a realização das receitas por hectare e por saca, os preços pagos ao produtor colombiano foram extraídos da página da Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2011). Esses preços não foram encontrados em âmbito regional; portanto, trabalhou-se com os valores baseados na média nacional. Para o caso do Brasil, os dados foram extraídos da página do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, da Esalq/USP (CEPEA, 2011); as receitas também foram feitas com a média nacional, exceto para as regiões de Guaxupé e São Sebastião do Paraíso, nas quais se trabalhou com os preços obtidos pelas cooperativas Cooxupé (2011) e Cooparaiso (2011).

Resultados e discussão

Conforme se vê na Figura 2, o item mais representativo no elemento do custo total para a produção de café para o pequeno produtor foi a mão de obra, sendo a região do Eje Cafetero a líder no uso, com 58,39%; e Tolima a que apresentou o menor uso de mão de obra, com 43,21%. O segundo item mais representativo foram os insumos, com variação de 37,62% a 21,01%, nas regiões de Tolima e Eje Cafetero, respectivamente; para Manhuaçu e Antioquia, observou-se igualdade no consumo desses itens.

Não foram observadas diferenças significativas na porcentagem dos elementos de custos

de produção para o pequeno produtor entre Colômbia e Brasil, em mão de obra, insumos, depreciação e terra; só se encontrou diferença nos serviços nas regiões de Eje Cafetero e Tolima, onde esse elemento de custo não é utilizado, em oposição às regiões de Manhuaçu e Antioquia, que utilizam esse tipo de serviço (Figura 2).

Na Figura 3, observa-se que, para o pequeno produtor, não houve diferença significativa entre os custos diretos e os indiretos. Na Colômbia, as variações foram de 79,04% a 80,83% nos custos diretos, e de 19,17% a 20,96% nos custos indiretos, sendo similares às do Brasil, onde os custos diretos são de 82,06%, e os custos indiretos, de 17,94%.

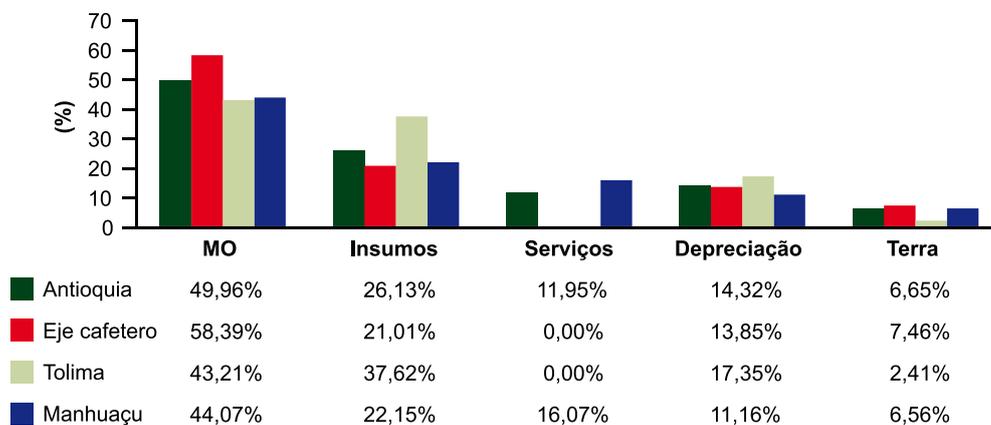


Figura 2. Porcentagem dos elementos de custo para o pequeno produtor, em mão de obra (M.O.), insumos, serviços, depreciação e terra.

Fonte: dados da Conab (2011) e da Corporación Colombia Internacional (2011).

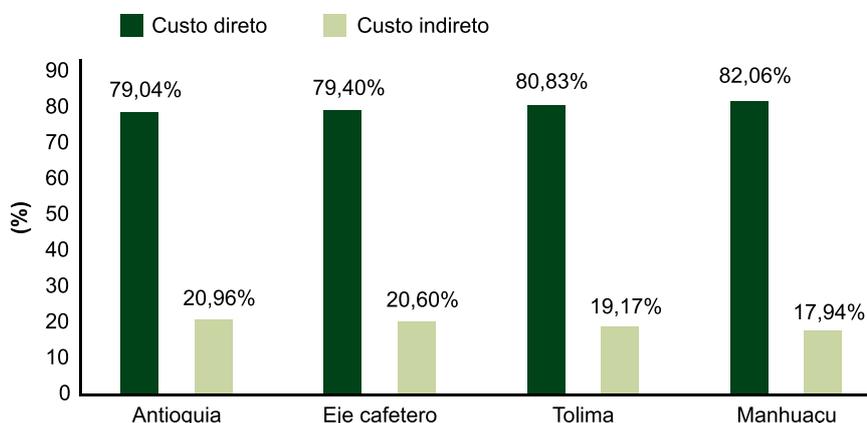


Figura 3. Porcentagem dos elementos dos custos de produção, de custos diretos e indiretos, para o pequeno produtor.

Fonte: dados da Conab (2011) e da Corporación Colombia Internacional (2011).

Toda atividade produtiva oferece riscos em sua rentabilidade. No caso do pequeno produtor (Tabela 1), observam-se as dificuldades enfrentadas pela região colombiana de Tolima em 2008, quando os custos totais excedem as receitas brutas, com prejuízo de R\$ 1.675,69. No entanto, houve recuperação em 2009, com lucros de R\$ 1.039,90. Por seu turno, em 2008, o valor da receita de Manhauçu (Brasil) foi de R\$ 6.257,86, sendo maior que seu custo total, que foi de R\$ 5.998,52, obtendo-se um lucro de R\$ 259,34; para o ano 2009, seus custos excederam as receitas, apresentando prejuízos no valor de R\$ 93,35. Para as outras regiões da Colômbia, observa-se ampla diferença entre suas receitas e seus custos, os quais, para as regiões de Antioquia e Eje Cafetero, em 2008, apresentaram lucro de R\$ 3.083,59 e R\$ 1.042,81, respectivamente, aumentando as receitas em 2009, para R\$ 8.544,10 e R\$ 4.380,88, respectivamente.

O custo mais baixo por saca no ano 2008 foi apresentado pela região de Antioquia, com R\$ 169,37; e o maior custo por saca, por Tolima, com valor de R\$ 285,33. No Brasil, o custo por saca ficou entre esses dois valores: R\$ 249,94. Para o ano 2009, as regiões da Colômbia apre-

sentaram o menor custo por saca: R\$ 142,71, R\$ 197,81 e R\$ 246,55, para as regiões de Antioquia, Eje Cafetero e Tolima, respectivamente. Na região de Manhauçu (Brasil), os valores foram diferentes, tendo apresentado o maior custo por saca: R\$ 266,71.

Para o médio produtor (Figura 3), percebe-se que a mão de obra é o item que obteve o maior índice de consumo, tendo variado de 43,57% a 53,31% na Colômbia, e de 46,97% a 52,20% no Brasil, sem, então, apresentar diferenças. O item que apresentou diferença significativa entre os dois países foram os serviços: na Colômbia, só há na região de Antioquia, com valor de 1,69%, enquanto, no Brasil, nas regiões de V. N. Imigrantes, Guaxupé e Londrina, com valores de 15,42%, 8,33% e 12,63%, respectivamente.

Conforme mostra a Figura 4, não se observaram diferenças significativas no uso dos elementos de custos para mão de obra, insumos, serviços, depreciação e terra; só na região de Tolima foi observado, nos insumos, o maior uso (38,87%), e, nos serviços, o menor (0%).

Tabela 1. Custos e receitas por saca (60 kg) e hectare na safra 2008–2009, para o pequeno produtor.

Região	2008			
	Custo/saca (R\$)	Receita/saca (R\$)	Custo/ha (R\$)	Receita/ha (R\$)
Antioquia	169,37	221,22	10.074,94	13.158,53
Eje cafetero	200,14	221,22	9.903,58	10.946,39
Tolima	285,33	221,22	7.456,74	5.781,05
Manhuaçu	249,94	260,74	5.998,52	6.257,86
Região	2009			
	Custo/saca (R\$)	Receita/saca (R\$)	Custo/ha (R\$)	Receita/ha (R\$)
Antioquia	142,71	286,34	8.488,62	17.032,72
Eje cafetero	197,81	286,34	9.788,40	14.169,78
Tolima	246,55	286,34	6.443,24	7.483,14
Manhuaçu	266,71	262,82	6.400,97	6.307,62

Fonte: dados do Cepea (2011) e da Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2011).

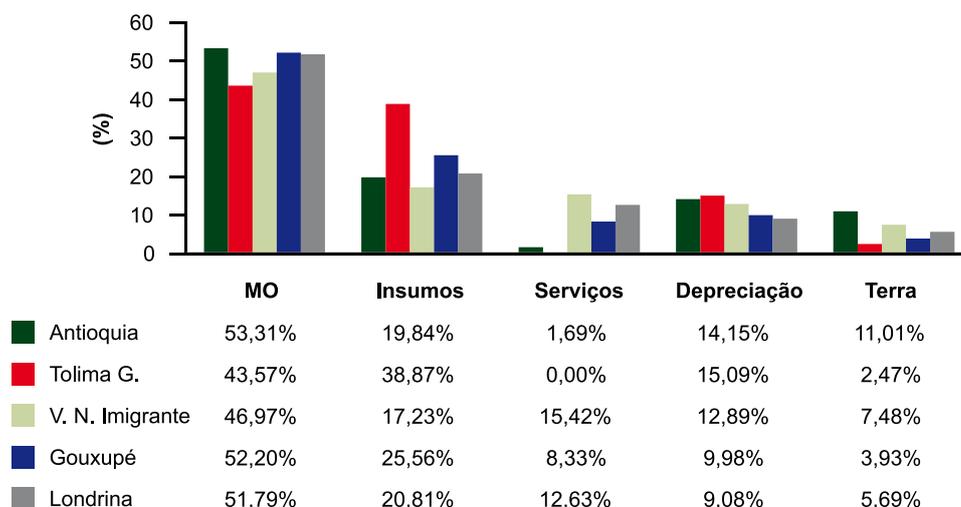


Figura 4. Porcentagem dos elementos de custo, para o médio produtor, em mão de obra (M.O.), insumos, serviços, depreciação e terra.

Fonte: dados da Conab (2011) e da Corporación Colombia Internacional (2011).

Na Figura 5, observa-se que a região de Antioquia tem menos consumo nos custos diretos (74,84%), porém mais nos custos indiretos (25,16%), sendo inversamente proporcional aos custos da região de Guaxupé, com 86,10% nos custos diretos, equivalendo ao maior, e 13,90% nos custos indiretos, equivalendo ao menor.

Não foram encontradas diferenças significativas nas porcentagens dos elementos de custos diretos e indiretos para o médio produtor, entre o Brasil e a Colômbia.

Na Tabela 2, observa-se que a região colombiana de Tolima, para o médio produtor, no ano 2008, apresentou prejuízo de R\$ 427,96; porém, na safra 2009, apresentou um lucro de R\$ 3.019,94. Para a outra região da Colômbia, Antioquia, notam-se lucros nos dois anos avaliados (2008 e 2009), com valores de R\$ 1.564,71 e R\$ 6.926,67, respectivamente.

O Sistema de Información de la Oferta Agropecuaria de Colombia (2009) menciona que a produção de café foi reduzida em 22% porque, desde 2007, estão sendo implementa-

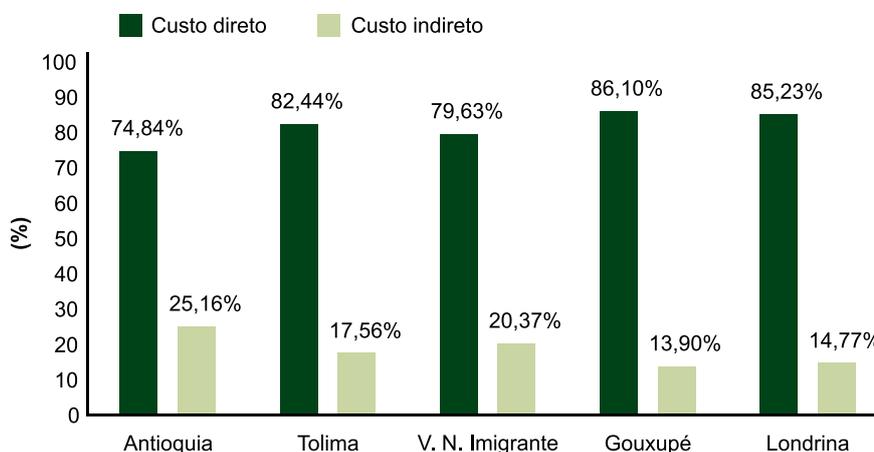


Figura 5. Porcentagem dos elementos dos custos de produção, de custos diretos e indiretos, para o médio produtor.

Fonte: dados da Conab (2011) e da Corporación Colombia Internacional (2011).

Tabela 2. Custos e receitas por saca (60 kg) e hectare na safra 2008–2009, para o médio produtor.

Região	2008			
	Custo/saca (R\$)	Receita/saca (R\$)	Custo/ha (R\$)	Receita/ha (R\$)
Antioquia	194,10	221,22	11.199,68	12.764,39
Tolima	232,92	221,22	8.517,24	8.089,28
V. N. Imigrante	237,84	260,74	5.708,22	6.257,86
Guaxupé	229,90	256,51	5.747,40	6.412,75
Londrina	237,71	260,74	7.131,40	7.822,33

Região	2009			
	Custo/saca (R\$)	Receita/saca (R\$)	Custo/ha (R\$)	Receita/ha (R\$)
Antioquia	166,29	286,34	9.595,15	16.521,82
Tolima	203,75	286,34	7.450,56	10.470,50
V. N. Imigrante	264,88	262,82	6.357,05	6.307,62
Guaxupé	298,80	260,69	8.963,89	7.820,70
Londrina	256,88	262,82	7.706,53	7.884,52

Fonte: dados do Cepea (2011) e da Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2011).

dos programas de renovação de cafezais velhos, encabeçados pela Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; além disso, as condições climáticas desfavoráveis, conhecidas, como “fenômeno del niño”, e a baixa fertilização também afetaram os cafezais.

Já as regiões brasileiras de Venda Nova de Imigrantes, Guaxupé e Londrina apresentaram, em 2008, lucros de R\$ 549,64, R\$ 665,35 e R\$ 690,93, respectivamente, mas, em 2009, as regiões de Venda Nova de Imigrantes e Guaxupé tiveram prejuízos, de R\$ 49,43 e R\$ 1.142,69, respectivamente. Somente a região de Londrina continuou mantendo sua estabilidade financeira, obtendo um lucro para a safra 2009 de R\$ 177,99 (Tabela 2).

As condições climáticas do Estado de Minas Gerais, em 2007, caracterizaram-se pela escassez de chuvas e por temperaturas elevadas, com médias superiores aos índices históricos, o que provocou uma deficiência hídrica acentuada nas principais regiões produtoras de café. A es-

tiagem, iniciada a partir de março, estendeu-se até meados de setembro, provocando deficiência hídrica acentuada nas fases de florescimento e formação dos frutos e grãos, o que afetou a produção de café nos anos seguintes (CONAB, 2008).

O menor custo por saca em 2008 foi para a região de Antioquia, na Colômbia, com valor de R\$ 194,10; e o maior custo por saca foi encontrado nas regiões do Brasil, nas zonas de Venda Nova do Imigrante e Londrina: R\$ 237,84 e R\$ 237,71, respectivamente. Para o ano 2009, os maiores custos por saca foram registrados no Brasil, com valores de R\$ 298,20, R\$ 264,88 e R\$ 256,88 para as zonas de Guaxupé, Venda Nova do Imigrante e Londrina, respectivamente. Na Colômbia, os custos por saca mais baixos foram nas zonas de Antioquia e Tolima, com valores de R\$ 166,29 e R\$ 203,75, respectivamente (Tabela 2).

Os produtores pequeno, médio e grande guardam semelhança entre si no uso dos elemen-

tos de custos de produção; entretanto, o mais representativo na utilização foi a mão de obra nos dois países, concordando com o encontrado por Fontes et al. (2002) – a mão de obra foi a que mais onerou o custo total, com valor médio de 66,82%. Fontes et al. (2002) também constataram que os insumos registraram um consumo no custo total de 6,64%, contrariando os resultados encontrados neste trabalho, no qual os insumos variaram de 17,23% a 40,82%.

Para o grande produtor, a região de Luis Eduardo apresenta diferença significativa na mão de obra – sendo a menor com 10,89% – e a maior nos insumos e serviços, com valores de 40,82% e 32,54%, respectivamente, resultados bem diferentes dos alcançados pela região Eje Cafetero, na Colômbia, que apresentou 66,10% na mão de obra, 17,83% nos insumos e 0% nos serviços, observando-se diferença nos usos dos itens. Pode-se dizer que os usos dos serviços, de insumos e de mão de obra variam de região para região, podendo afetar diretamente os custos totais (Figura 6).

Nos produtores pequeno, médio e grande (Figuras 3, 5 e 7), pode-se observar correlação no consumo dos custos diretos e indiretos, sem que os dados apresentem diferença significativa, oscilando de 82,52% a 86,91% nos custos dire-

tos e de 13,09% a 17,48% nos custos indiretos, concordando, novamente, com os resultados de Fontes et al. (2002), para quem os custos indiretos variam, em média, 15,85%, e os diretos, 84,15%.

Na Tabela 3, nota-se que, no Brasil, em 2008, só a região de São Sebastião do Paraíso apresentou prejuízos, no valor de R\$ 776,61, mas, no ano 2009, teve um lucro de R\$ 2.294,37. As regiões de Patrocínio e Franca, em 2009, tiveram prejuízos de R\$ 855,76 e R\$ 1.053,19, respectivamente. A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2010) explica que as baixas produções de café devem-se ao regime de chuvas bastante irregular, às temperaturas elevadas, ao menor investimento nos tratamentos culturais, diante do alto custo de produção, e à intensificação de práticas culturais, como podas (esqueletamento e recepas).

Quanto ao grande produtor, a Colômbia denota melhor comportamento que o Brasil. Nos anos 2008 e 2009, a região do Eje Cafetero obteve lucros de R\$ 2.502,67 e R\$ 7.716,44, respectivamente; já a região de Antioquia, em 2008, demonstrou receitas de R\$ 17.292,03 e custo de R\$ 11.438,82, tendo lucro de R\$ 5.853,21, que aumentou, em 2009, para R\$ 12.416,29 (Tabela 3). Foi, assim, a região mais produtiva

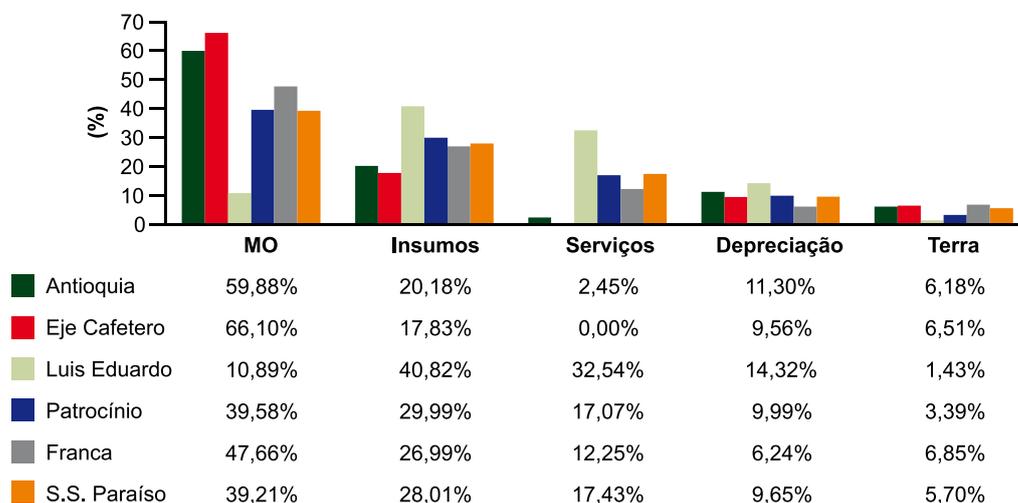


Figura 6. Porcentagem dos elementos de custo, para o grande produtor, em mão de obra (M.O.), insumos, serviços, depreciações e terra.

Fonte: dados da Conab (2011) e da Corporación Colombia Internacional (2011).

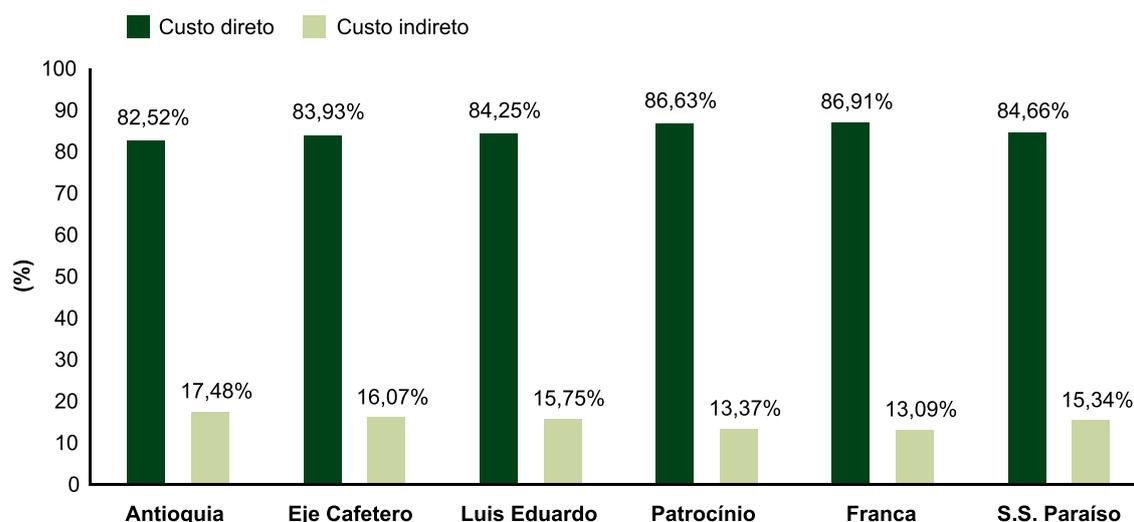


Figura 7. Porcentagem dos elementos dos custos de produção, de custos diretos e indiretos, para o grande produtor.

Fonte: dados da Conab (2011) e da Corporación Colombia Internacional (2011).

da Colômbia. No Brasil, a região com melhor comportamento foi Franca, com um lucro de R\$ 1.165,11 em 2008.

Nos custos por saca, a região que obteve o preço mais baixo foi Antioquia: R\$ 146,34 em 2008 e R\$ 127,50 em 2009. O segundo preço menor foi observado na região de Eje Cafetero:

R\$ 185,48 em 2008 e R\$ 176,13 em 2009. Por sua vez, as regiões com maior custo por saca, em 2008, foram São Sebastião do Paraíso e Patrocínio: R\$ 284,19 e R\$ 249,42, respectivamente; em 2009, foram as regiões de São Sebastião do Paraíso e Franca, com R\$ 353,47 e R\$ 304,91, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Custos e receitas por saca (60 kg) e hectare na safra 2008–2009, para o grande produtor.

Região	2008			
	Custo/saca (R\$)	Receita/saca (R\$)	Custo/ha (R\$)	Receita/ha (R\$)
Antioquia	146,34	221,22	11.438,82	17.292,03
Eje Cafetero	185,48	221,22	12.986,42	15.489,09
Luis Eduardo	210,35	260,74	11.569,31	14.340,93
Patrocínio	249,42	260,74	6.235,53	6.518,61
Franca	221,91	260,74	6.657,22	7.822,33
S.S. Paraíso	284,19	250,42	6.536,27	5.759,66
Região	2009			
	Custo/saca (R\$)	Receita/saca (R\$)	Custo/ha (R\$)	Receita/ha (R\$)
Antioquia	127,50	286,34	9.965,95	22.382,24
Eje Cafetero	176,13	286,34	12.332,13	20.048,57
Luis Eduardo	244,91	262,82	12.245,56	13.140,87
Patrocínio	293,38	262,82	8.214,64	7.358,88
Franca	304,91	262,82	7.622,63	6.570,43
S.S. Paraíso	353,47	253,71	8.129,70	5.835,33

Fonte: dados do Cepea (2011) e da Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2011).

É notável a diferença entre os dois países com relação a custos por saca e por hectare, receitas, lucros e prejuízos, sendo mais favoráveis para a Colômbia.

O café foi e continua sendo, para várias regiões produtoras, uma das atividades com maior capacidade de gerar empregos (REIS et al., 2001). Os quatro estados de maior produção do Brasil são Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná, posicionando-se o primeiro como o líder, ao representar mais da metade da produção total nacional (SAES; FARINA, 1999). Por sua vez, a Colômbia apresenta sua maior concentração de produção nas regiões de Eje Cafetero, Antioquia e Tolima (CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL, 2011).

A única região da Colômbia que apresentou prejuízos na produção de café do pequeno e do médio produtor no ano 2008 foi Tolima; contudo, em 2009, passou a apresentar lucros. Essas condições desfavoráveis em 2008 para produtores de café, segundo Cafedecolombia (LAS PRINCIPALES..., 2008), deveram-se ao preço baixo do café, afetado pela reavaliação e pelo câmbio da política cambiária do Banco de la República de Colombia, às cultivares novas e às condições climáticas desfavoráveis.

Conclusões

De acordo com a pesquisa, a melhor produtividade foi apresentada por todas as regiões da Colômbia. Nelas, os três tipos de produtor superaram os do Brasil, com as melhores receitas e lucros para a Colômbia. A região com melhor produtividade da Colômbia foi Antioquia, com lucros de R\$ 12.416,29. No caso do Brasil, a melhor região foi Luis Eduardo, com lucros de R\$ 895,31.

Chegou-se também às seguintes conclusões:

- A Colômbia apresentou lucros nas duas safras (2008 e 2009); quanto ao Brasil, isso só foi observado em 2008.

- A Colômbia apresentou porcentagem de emprego de mão de obra 11,94% superior à alcançada no Brasil.
- Quanto à porcentagem de custos diretos e indiretos, os dois países não apresentaram diferenças significativas.
- O Brasil apresentou o maior custo por saca, para os três tipos de produtor.
- O melhor comportamento, para os três tipos de produtor, foi o do grande produtor, que obteve os maiores lucros.

Referências

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxa de câmbio.**

Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. da; TOLEDO, C. J. de; NANTES, J. F. D.; PAULILLO, L. F.; ALVES, M. R. A.; AZEVEDO, P. F.; STAHLBERG FILHO, P.; FIGUEIREDO, R. S.; SPROESSER, R. L.; BIALOSKORSKI NETO, S. **Gestão agroindustrial.** São Paulo: Atlas, 1997. v. 1, p. 351-363.

CAFÉ DE COLOMBIA. **Un café sobresaliente.** Disponível em: <http://cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/un_cafe_sobresaliente/>. Acesso em: 15 jun. 2011.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Indicador café arábica.** Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/cafe/>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

CETCAF. Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café. **Informações gerais:** mapa do Brasil com localização das regiões cafeeiras, arábica e conilon. Disponível em: <<http://cetcaf.com.br/informacoes%20gerais/mapacafesbrasil.jpg>>. Acesso em: 16 mar. 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira:** café: safra 2008: quarta estimativa: dezembro/2008. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://conab.gov.br/conabweb/download/safra/Boletim.pdf>>. Acesso em: 1º abr. 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira:** café: safra 2009: primeira estimativa: janeiro/2010. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://conab.gov.br/conabweb/download/safra/4cafe_09.pdf>. Acesso em: 1º abr. 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=545>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL. **CECAFÉ**: tudo sobre a safra 2009-2010. São Paulo, 2010. 58 p.

COOPARAISO. Cooperativa Regional dos Cafeicultores de São Setastião do Paraíso. **Histórico**. Disponível em: <www.cooparaiso.com.br>. Acesso em: 29 mar. 2011.

COOXUPÉ. Cooperativa Regional de Cafeicultores de Guaxupé. **Histórico**. Disponível em: <www.cooxupei.com.br>. Acesso em: 5 abr. 2011

CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL. **Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA)**: costos de producción. Disponível em: <http://cci.org.co/cci/cci_x/scripts/home.php?men=8&con=12&idHm=2&opc=99>. Acesso em: 29 mar. 2011.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. **Indicadores económicos**: análisis histórico. Disponível em: <<http://www.federaciondefeteros.org>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

FONTES, R. E.; CASTRO JUNIOR, L. G.; REIS, A. J. D.; REIS, R. P. Custo de produção da cafeicultura orgânica: estudo de caso. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2002. p. 2159-2169.

GRAÇA, L. R. **Custos de produção de soja**: análise comparata entre os municípios de Palotina e Ponta Grossa, estado de Paraná. 1976. 342 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LAS PRINCIPALES cifras de la actividad cafetera colombiana durante 2008: apartes del informe del Gerente General ante el LXX Congreso Cafetero: Bogotá, Noviembre 25 del 2008: (Red de Información Cafetera). 2008. Disponível em: <[http://mailin.cafedecolombia.com/productivo/Inscripc.nsf/792337e17cf5a4f605256d51008185f3/538347d18d0c4d3a0525750c004d4911/\\$FILE/Boletin-%20Principales%20cifras%20sector%20cafetero%202008.pdf](http://mailin.cafedecolombia.com/productivo/Inscripc.nsf/792337e17cf5a4f605256d51008185f3/538347d18d0c4d3a0525750c004d4911/$FILE/Boletin-%20Principales%20cifras%20sector%20cafetero%202008.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2011.

REIS, R. P.; REIS, A. J. dos; FONTES, R. E.; TAKAKI, H. R. C.; CASTRO JÚNIOR, L. G. de. Custos de produção da cafeicultura no sul de Minas Gerais. **Organizações Rurais e Agroindustriais: Revista de Administração da UFLA**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 1-8, jan./jun. 2001.

SAES, M. S. M.; FARINA, E. M. M. Q. **O agribusiness do café no Brasil**. São Paulo: Milkbuzz, 1999. 230 p.

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE LA OFERTA AGROPECUARIA DE COLOMBIA. **Boletines estadísticos**: encuesta nacional agropecuaria 2009: oferta agropecuaria 2009. 2009. Disponível em: <http://agronet.gov.co/www/docs_agronet/201046112648_resultados_ena_2009.pdf>. Acesso em: 1º abr. 2011.

TEIXEIRA, S. M.; MILHOMEM, A. V.; RIBEIRO, G. C.; BÉRGOLI, Ê.; MOLIM, M.; VEGRO, C. L.; GARCIA, R. D. C.; FRANZIN, M. A. P.; ASSUMPÇÃO, R.; FELIPE, M. P.; MILHOMEM, S. V. Custos de produção na cafeicultura brasileira. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2002. p. 2188-2197.

Elasticidade-renda e elasticidade-desigualdade da pobreza no Nordeste brasileiro¹

Jair Andrade de Araújo²
Francisco José Silva Tabosa³
Ahmad Saeed Khan⁴

Resumo – O presente artigo estima a elasticidade-renda e a elasticidade-desigualdade da pobreza no Nordeste e nas áreas rurais e urbanas, utilizando como indicador de pobreza os seguintes índices: P_0 (proporção de pobres), P_1 (hiato da pobreza) e P_2 (hiato quadrático da pobreza), controladas pela renda média familiar per capita, e o índice de Gini, como indicador de desigualdade. Os dados foram obtidos da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (Pnad) do período de 1995 a 2009 (IBGE, 2009). Estima-se o modelo econométrico para dados em painel com efeitos fixos e efeitos aleatórios. Os resultados mostram que a redução da desigualdade tem mais impacto sobre a queda dos níveis de pobreza do que sobre o crescimento da renda média, e que as políticas de combate à pobreza devem ser diversificadas, ou seja, devem variar segundo a área (rural ou urbana) a que forem destinadas.

Palavras-chave: desigualdade de renda, Nordeste, pobreza.

Income elasticity and inequality elasticity of poverty in the Brazilian Northeast

Abstract – This work estimates income elasticity and inequality elasticity of poverty in the Brazilian Northeast and in rural and urban areas, using as a poverty index the following: P_0 (headcount), P_1 (poverty gap) and P_2 (squared poverty gap), controlled by average family income per capita, and the Gini index as an inequality index. Data was obtained from the Pnad (National Research by Household Sample) in the 1995 to 2009 period. An econometric model is estimated for panel data with fixed effects and random effects. The results show that inequality reduction has more impact on lowering poverty levels than on growth of average income, and that policies focused on fighting poverty should be diversified, i.e., should vary according to the region (urban or rural area) in which that policy shall be implemented.

Keywords: income inequality, Brazilian Northeast, poverty.

¹ Original recebido em 9/11/2011 e aprovado em 11/11/2011.

² Doutor em Economia, professor adjunto dos cursos de Economia e Finanças da Universidade Federal do Ceará (UFC), campus Sobral, pesquisador do Laboratório de Estudos Regionais (LER). Rua Tibúrcio Cavalcante, 187, Apt. 901, Fortaleza, CE, CEP 60125-100. Tel. (88)3613-2829. E-mail: jairandrade@ufc.br

³ Economista, Doutor em Economia, professor adjunto dos cursos de Economia e Finanças da Universidade Federal do Ceará (UFC), campus Sobral, pesquisador do Laboratório de Estudos Regionais (LER). Av. Bezerra de Menezes, 2.048/304, São Gerardo, Fortaleza, CE, CEP 60325-002. E-mail: franze@caen.ufc.br

⁴ Engenheiro-agrônomo, Ph. D., professor titular do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC), pesquisador do CNPq. Campus do Pici, s/n, Bloco 826, Fortaleza, CE, CEP 60000-000. Tel. (85)3366-9721. E-mail: saeed@ufc.br

Introdução

A despeito das diversas alterações na política econômica e das flutuações no desempenho econômico, a economia brasileira continua a apresentar um processo de concentração de renda. Mesmo nos períodos com elevadas taxas de crescimento econômico e apesar dos avanços tecnológicos experimentados pelo País, os índices de pobreza e desigualdade continuam entre os mais altos do mundo. Sem dúvida essa característica limita o processo de desenvolvimento do País.

Até mesmo nos casos bem-sucedidos de crescimento econômico, fica evidente que taxas adequadas de expansão do produto não necessariamente beneficiam todos os indivíduos de uma determinada sociedade (ROCHA, 2006). Isso fica evidente em regiões com elevados níveis de desigualdade de renda.

A região Nordeste, desde a década de 1950, tem sido alvo de grandes ações por parte de políticas governamentais, em virtude de a região não conseguir reduzir a pobreza na mesma proporção que o fazem as regiões desenvolvidas, mesmo nos períodos de alto crescimento da economia nacional (MONTEIRO NETO, 1997).

Após o Censo de 1960, surgiu uma série de trabalhos pioneiros, como os de Ferreira e Litchfield (2000), Fishlow (1972) e Hoffmann e Duarte (1972), dedicados a analisar problemas relacionados à pobreza, ao crescimento econômico e à desigualdade de renda, tanto em análise nacional quanto em regional. Os autores identificaram elevados índices de pobreza e desigualdade de renda na região Nordeste, a despeito dos bons resultados obtidos, por vários programas desenvolvidos na região, de combate à pobreza.

Entre as principais causas da pobreza na região, aqueles autores destacaram as seguintes: diferenças entre as características individuais natas (raça, gênero, inteligência ou riqueza inicial); diferenças entre as características individuais adquiridas (nível educacional, experiência profissional); acesso ao crédito; e fatores demográficos

(meio urbano e meio rural, formação de domicílio, de fertilidade, coabitação ou separação domiciliar).

Rocha (2003) mostrou que houve uma queda acentuada da pobreza na região e no País durante a década de 1970 e metade da década de 1980. A hiperinflação, associada à estagnação apresentada na segunda metade da década de 1980 e primeira metade da década de 1990, serviu para aumentar a pobreza. A segunda metade da década de 1990 trouxe consigo a estabilidade de preços, e essa, por sua vez, deu uma contribuição significativa para a redução da pobreza no País e na região. Entretanto, após essa queda significativa, houve uma incômoda manutenção da proporção de pobres na região, em um período marcado pela estagnação econômica e pelas fortes restrições à utilização de recursos governamentais.

Carneiro (2003) revelou uma forte concentração de pobres no Nordeste, sendo essa concentração contundente nas suas áreas rurais. Por exemplo, no período de 1993 a 1998, a pobreza caiu menos nas áreas rurais e nas áreas urbanas de pequeno e médio portes do Nordeste. Consequentemente, a pobreza ficou mais concentrada nessas áreas.

A percepção de traços de pobreza é mais visível nas megacidades de São Paulo e do Rio de Janeiro do que nas cidades de pequeno e médio porte e na zona rural. Essa constatação sugere a necessidade de um foco maior das políticas públicas sobre os pobres habitantes dessas regiões. Daí a importância de se conhecer a dimensão e o perfil da pobreza rural no Nordeste, que sirvam de subsídios para a elaboração de políticas de combate à pobreza naquela local.

Conforme se observa na Tabela 1, em 1995 a região Nordeste possuía 50,66% dos pobres do Brasil. Em 2008, o percentual de pobres da região passou para 53,09%, ou seja, houve um aumento da participação do número de pobres da região Nordeste no Brasil, apesar de o número de pobres no Nordeste em 1981 (26.231.589 in-

Tabela 1. Número de indivíduos pobres no Brasil e em suas regiões.

Região	Ano			
	1995	2001	2005	2008
Centro-Oeste	2.732.552	3.003.663	2.664.071	1.682.270
Norte	3.114.296	4.410.528	6.148.868	4.860.753
Nordeste	26.231.589	28.719.015	27.327.747	22.011.073
Sul	6.083.134	6.194.775	4.968.278	3.382.090
Sudeste	13.622.855	16.160.921	14.367.748	9.524.733
Brasil	51.784.426	58.488.902	55.476.712	41.460.919
Nordeste/BR (em %)	50,66	49,10	49,26	53,09

Fonte: dados do Ipea (2011).

divíduos) ter sido menor do que o número de pobres em 2008 (22.011.073 indivíduos).

Este estudo se propõe a determinar o efeito da redução da desigualdade de renda e do crescimento econômico sobre a redução dos níveis de pobreza na região Nordeste. Isso pode ser encontrado em modelos que calculam as elasticidades de um fator em relação ao outro.

A determinação dessas elasticidades é fundamental para subsidiar políticas de crescimento econômico e redistribuição de renda, tendo em vista que a redução da pobreza é influenciada tanto pelo crescimento econômico quanto pela desigualdade de renda. Com este estudo, pretende-se, então, não apenas apontar as áreas em que a pobreza e a desigualdade da população evoluíram de forma dramática, como também identificar as formas de subsidiar a formulação de políticas eficazes de combate à pobreza.

Este trabalho vai estimar a elasticidade-renda e elasticidade-desigualdade da pobreza na região Nordeste e nas áreas rurais e urbanas. O P_0 – proporção de pobres, o P_1 – hiato de pobreza, o P_2 – hiato quadrático de pobreza, a renda média familiar per capita e o índice de Gini são as variáveis utilizadas no modelo econométrico para explicar o comportamento da pobreza e da desigualdade. A metodologia empregada será a utilização de técnica de painel.

O artigo é composto por seis seções, além desta introdução, considerada a primeira. A segunda seção faz um breve histórico sobre desigualdade de renda, crescimento econômico e pobreza na região Nordeste. A terceira seção define e discute a base de dados. A quarta seção apresenta o modelo econométrico e os métodos de estimação empregados. A quinta seção analisa os resultados obtidos da estimação do modelo econométrico. Por último, na sexta seção, são feitas as considerações finais.

Revisão de literatura

Esta seção dedica-se a realizar uma revisão na literatura, no propósito de verificar a relação existente entre pobreza e crescimento econômico, bem como entre pobreza e desigualdade de renda na região Nordeste. A interação entre essas variáveis permite as condições necessárias para se diagnosticar em que magnitude o aumento da renda ou a redução da desigualdade impactaria a redução da pobreza.

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2001), o quadro de pobreza na região Nordeste ao longo das últimas décadas apresentou baixa mobilidade nos seus indicadores. Na zona rural nordestina, esses indicadores são mais preocupantes porque essa região é fruto histórico de desigual posse da ter-

ra, de políticas públicas limitadas, de um sistema de exploração equivocado, de instabilidade nas relações de trabalho e, por fim, de condições climáticas adversas.

Para Barreto (2005), o combate à pobreza deve ser acompanhado de políticas que promovam a queda da desigualdade, sendo essa mais relevante do que políticas de expansão da renda. Ainda segundo esse autor, os problemas de desequilíbrio regional, como é o caso da região Nordeste, devem ser combatidos por meio de políticas de crescimento econômico, acompanhadas de uma melhor distribuição de renda. A uma conclusão semelhante chegaram Menezes e Pinto (2005).

Silveira Neto (2005), investigando a origem da baixa elasticidade da proporção de pobres, relativa ao crescimento, na região Nordeste, ensina que há duas determinantes da baixa elasticidade: a alta intensidade da pobreza e a participação dos pobres nos benefícios do crescimento. No primeiro caso, se a renda média crescer, não serão muitos os indivíduos capazes de ultrapassar a linha de pobreza, tornando a proporção de pobres menos elástica ao crescimento. No segundo caso, o principal fator é a desigualdade de renda na região.

De acordo com Siqueira e Siqueira (2006), o Nordeste continua sendo a região do País com maior desigualdade de renda. Enquanto, no País, a renda mensal dos 10% mais ricos da população brasileira representava, em 2003, 16,9 vezes a dos 40% mais pobres, na região Nordeste essa relação era de 18,2 vezes, diante de 15,1 vezes na região Sudeste e de 13,9 vezes na região Sul. A concentração de renda vem caindo ano a ano no País, mas os números a partir de 1995 revelam que a queda no Nordeste tem sido mais lenta do que nas outras duas regiões mais populosas do país. Em 1995, os 10% mais ricos do Nordeste obtinham do trabalho 20,6 vezes o que recebiam os 40% mais pobres. A redução para as 18,2 vezes em 2003 foi equivalente a 2,4

vezes. Tanto no Sudeste quanto no Sul, a queda foi maior. No Sudeste, a relação em 1995, era igual à do Nordeste em 2003 (18,2 vezes).

Manso et al. (2008) concluíram que a desigualdade na região Nordeste reduziu 6,24% entre os anos de 1997 e 2007, enquanto a proporção de pobres reduziu 21,36% no mesmo período. Segundo os autores,

[...] Esses resultados muitas vezes são influenciados pelo comportamento da desigualdade. Desta forma, é fundamental na análise do padrão de crescimento, o desempenho dos efeitos distributivos da renda, uma vez que o crescimento econômico tem seu efeito potencializado sobre a redução da pobreza se vier acompanhado pela redução da desigualdade. (MANSO et al., 2008, p. 3).

Segundo Barreto et al. (2008), no Nordeste, aproximadamente 54% da população foi considerada pobre em 2005, enquanto a proporção de pobres nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste é menos da metade desse número, situando-se por volta de 20%. No Norte, a proporção de pobres também é muito elevada, passando dos 40% nesse ano. E no Nordeste, o problema é dramático, uma vez que, possuindo em torno de 28% da população brasileira, concentra mais de 46% de seus pobres.

Base de dados

Na estimação do modelo econométrico descrito na próxima seção para os estados nordestinos no período de 1995 a 2009⁵, utilizou-se dados retirados das Pesquisa Nacional por Amostragem Domiciliar (Pnads), publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009)⁶. A análise foi realizada tanto nas áreas rurais quanto nas urbanas.

A variável renda é a renda familiar per capita extraída da Pnad, que é calculada dividindo-se

⁵ A Pnad não foi realizada no ano 2000. Para preencher essa lacuna, resolveu-se tirar as médias aritméticas das variáveis dos anos de 1999 e 2001.

⁶ As áreas rurais e urbanas utilizadas no presente estudo foram das novas delimitações que o IBGE passou a utilizar a partir do ano 2000.

o rendimento total da família pelo seu número de componentes. Em seguida, foi determinada a média aritmética dessa variável, obtendo-se, assim, as rendas médias para cada um dos estados.

Observe-se que todas as variáveis monetárias deste trabalho foram atualizadas para valores reais de 2009, utilizando-se o índice nacional de preços ao consumidor (INPC), tendo como base o ano de 2009.

Neste artigo, caracterizaram-se como pobres as famílias que vivem com renda familiar per capita insuficiente para satisfazer suas necessidades básicas. Assim sendo, os indicadores de pobreza absoluta utilizados são os pertencentes à classe proposta por Foster et al. (1984), a saber: a) a proporção de pobres (P_0); b) o hiato médio da pobreza (P_1), que mede a sua intensidade; e c) o hiato médio quadrático da pobreza (P_2), que mede sua severidade. Para a construção desses indicadores, a linha de pobreza adotada foi a de $\frac{1}{2}$ salário mínimo para os estados brasileiros. Os índices de pobreza P_0 , P_1 e P_2 são definidos, respectivamente, como

$$P_0 = \frac{q}{n}$$

$$P_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^q \left(\frac{z - y_i}{z} \right)$$

$$P_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^q \left(\frac{z - y_i}{z} \right)^2$$

em que n é total de indivíduos e q é o número de pessoas com renda per capita familiar y_i abaixo da linha de pobreza z .

A medida de desigualdade de renda utilizada é o índice de Gini, oriundo da renda familiar per capita extraída das Pnads. Esse índice é frequentemente utilizado para expressar o grau de desigualdade de renda, e pode ser associado à chamada curva de Lorenz, que é definida pelo conjunto de pontos que, a partir das rendas ordenadas de forma crescente, relacionam a proporção acumulada de pessoas e a proporção

acumulada da renda. Para determinar esse índice, ordena-se de forma crescente o conjunto de renda familiar per capita para se obter a curva de Lorenz. Essa curva relaciona, em cada percentil, a fração acumulada da população com a fração acumulada da renda, e, por meio dela, calcula-se o índice para cada unidade da Federação.

Modelo econométrico

Neste estudo, utilizou-se um painel equilibrado e dois tipos de especificação: a) o modelo de efeitos fixos; e b) o modelo de efeitos aleatórios, sendo ambas as extensões do modelo linear clássico.

O primeiro modelo constitui um caso específico da família dos modelos de efeitos fixos, em que se procura conjugar o critério de parcimônia com a heterogeneidade dos dados, admitindo que os coeficientes $\beta_{i,t}$ sejam idênticos para todas as unidades seccionais (estados), com a exceção do termo de constante α . Sendo assim, o modelo linear pode ser expresso como mostrado na equação (1),

$$\ln P_{j_{i,t}} = \alpha_{i,t} + \beta_1 \ln RM_{i,t} + \beta_2 \ln G_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

em que

$\ln P_{j_{i,t}}$ = logaritmo natural de P_j do estado i no período t .

$\ln RM_{i,t}$ = logaritmo natural da renda média per capita do estado i no período t .

$\ln G_{i,t}$ = logaritmo natural do índice de Gini do estado i no período t .

$j = 0$ (proporção de pobres), 1 (hiato médio da pobreza) e 2 (hiato médio quadrático da pobreza).

β_1 = elasticidade-renda da pobreza.

β_2 = elasticidade-desigualdade da pobreza.

i = estados (1, ..., 9).

t = períodos (1995, ..., 2009).

Observa-se que o termo correspondente aos efeitos individuais (α) mantém-se constante

ao longo do tempo (t), e é preferível tratá-lo de forma aleatória, e não determinista, a fim de se destacar a heterogeneidade individual de cada variável. Sendo assim, o vetor de “constantes” do modelo (1) passa a ser considerado como aleatório: $\alpha = \alpha + \mu_t$, em que $E(\mu_t) = 0$.

De acordo com Greene (2000), a escolha entre uma das especificações (a fixa ou a aleatória) deve ser procurada nos pressupostos comportamentais da base de dados. No entanto, a literatura especializada recomenda utilizar o teste de especificação de Hausman. Vale salientar que a utilização de uma especificação incorreta poderá conduzir a problemas de especificação ou de consistência dos estimadores (GREENE, 2000). O teste de especificação está definido na equação (2),

$$H = (\beta_{EA} - \beta_{EF})' (\Sigma_{EF} - \Sigma_{EA})^{-1} (\beta_{EA} - \beta_{EF}) \quad (2)$$

em que

β_{EA} corresponde aos estimadores de efeitos aleatórios.

β_{EF} corresponde aos estimadores de efeitos fixos.

$(\Sigma_{EF} - \Sigma_{EA})$ é a matriz, composta pela diferença entre as variâncias dos estimadores de efeitos fixos e aleatórios.

A estatística desse teste será sob a hipótese nula da ortogonalidade entre os efeitos individuais aleatórios e os regressores, ou seja, de que o estimador de efeitos aleatórios é o apropriado: uma distribuição assintótica χ^2 com K graus de liberdade. Se a hipótese nula não puder ser aceita, o modelo de efeitos fixos será o que apresenta os melhores estimadores, enquanto os estimadores do modelo de efeitos aleatórios continuam consistentes, mas não podem ser considerados eficientes.

Resultados e discussão

Antes de definir pelo modelo mais apropriado, realizou-se o teste de Hausman, para definir se o modelo possui efeito fixo ou aleatório.

Efetuada o teste, a estatística do teste para os dados do Nordeste (área total) foi igual a 1,01 para P_0 , a 0,69 para P_1 e a 1,37 para P_2 . Comparando esses valores com o valor crítico da qui-quadrado com dois graus de liberdade ao nível de significância de 5%, aceita-se a presença de efeitos aleatórios para P_0 , P_1 e P_2 .

Nas áreas rurais, os resultados do teste de Hausman foram iguais a 8,29 para P_0 , a 0,29 para P_1 e a 1,23 para P_2 . Nos dois últimos casos, o modelo apropriado é o de efeito aleatório, enquanto, para P_0 , o modelo apropriado é o de efeito fixo. Já nas áreas urbanas, os resultados do teste de Hausman foram iguais a 1,76 para P_0 , a 9,45 para P_1 e a 10,45 para P_2 . Nos dois últimos casos, o modelo apropriado é o de efeito fixo, enquanto, para P_0 , o modelo apropriado é o de efeito aleatório.

A Tabela 2 apresenta os resultados das elasticidades para os índices de pobreza P_0 , P_1 e P_2 no Nordeste (área total). Todos os coeficientes estimados são estatisticamente significantes a 99% de confiança. Para P_0 , a elasticidade-renda da pobreza apresentou valor igual a -0,5394, ou seja, um aumento da renda média per capita em 10% ocasiona reduções de 5,394% na proporção de pobres. Já a elasticidade-desigualdade da pobreza apresentou valor igual a 0,8714. Portanto, uma redução da desigualdade de renda (índice de Gini) em 10% ocasiona uma redução de 8,714% na proporção de pobres.

Analisando o P_1 , a elasticidade-renda da pobreza para o Brasil apresentou valor igual a -0,7783. Logo, um aumento de 10% na renda média per capita ocasiona uma redução de 7,783% no hiato médio da pobreza. Já a elasticidade-desigualdade da pobreza apresentou valor igual a 1,8024, ou seja, uma redução de 10% na desigualdade de renda (índice de Gini) ocasiona uma redução de 18,024% no hiato médio da pobreza.

Em relação a P_2 , a elasticidade-renda da pobreza apresentou um valor igual a -0,9037. Isso indica que um aumento de 10% na renda média per capita ocasiona uma redução

Tabela 2. Elasticidade-renda da pobreza e elasticidade-desigualdade da pobreza no Nordeste (área total), no período de 1995 a 2009.

Var. explicativa	$P_0^{(1)}$	$P_1^{(1)}$	$P_2^{(1)}$
lnRM	- 0,5394 (- 28,77)	- 0,7783 (- 36,99)	- 0,9037 (- 34,84)
lnG	0,8714 (11,84)	1,8024 (21,92)	2,2069 (21,67)
Constante	3,0907 (30,98)	4,3556 (38,94)	4,8866 (35,40)
R^2	0,9436	0,9637	0,9615
R^2 ajustado	0,9213	0,9572	0,9538

⁽¹⁾ Modelo de efeito aleatório; valores do teste t entre parênteses.

de 9,037% no hiato médio quadrático da pobreza. Já a elasticidade-desigualdade da pobreza apresentou valor igual a 2,2069. Portanto, uma redução de 10% na desigualdade de renda (índice de Gini) ocasiona uma redução de 22,069% no hiato médio quadrático da pobreza.

A Tabela 3 apresenta as elasticidades para os índices de pobreza P_0 , P_1 e P_2 nas áreas rurais. Todos os coeficientes estimados são estatisticamente significantes em um nível de confiança de 99%. Para P_0 , a elasticidade-renda da pobreza rural apresentou valor igual a -0,3743, ou seja, um aumento da renda média rural per

capita em 10% ocasiona reduções de 3,743% na proporção de pobres na área rural. Já a elasticidade-desigualdade da pobreza rural apresentou valor igual a 0,2580, implicando que uma redução da desigualdade de renda rural (índice de Gini rural) em 10% ocasiona uma redução de 2,580% na proporção de pobres na área rural.

Por seguinte, analisando P_1 , a elasticidade-renda da pobreza rural apresentou valor igual a -0,6298. Logo, um aumento de 10% na renda média rural per capita ocasiona uma redução de 6,298% no hiato médio da pobreza rural. Já a elasticidade-desigualdade da pobreza rural

Tabela 3. Elasticidade-renda da pobreza e elasticidade-desigualdade da pobreza no Nordeste, em áreas rurais, no período de 1995 a 2009.

Var. explicativa	$P_0^{(2)}$	$P_1^{(1)}$	$P_2^{(1)}$
lnRM	- 0,3743 (- 18,96)	- 0,6298 (- 32,62)	- 0,7888 (- 34,69)
lnG	0,2580 (4,62)	0,6665 (13,37)	0,9800 (17,08)
Constante	1,8628 (17,34)	2,9332 (27,84)	3,6020 (29,04)
R^2	0,8551	0,9387	0,9651
R^2 ajustado	0,7538	0,9055	0,9209

⁽¹⁾ Modelo de efeito aleatório; valores do teste t entre parênteses.

⁽²⁾ Modelo de efeito fixo; valores do teste t entre parênteses.

apresentou valor igual a 0,6665. Consequentemente, uma redução de 10% na desigualdade de renda rural (índice de Gini rural) ocasiona uma redução de 6,665% no hiato médio da pobreza rural.

Quanto a P_2 , a elasticidade-renda da pobreza rural apresentou valor igual a -0,7888, ou seja, um aumento de 10% na renda média rural per capita ocasiona uma redução de 7,888% no hiato médio quadrático da pobreza rural. Já a elasticidade-desigualdade da pobreza rural apresentou valor igual a 0,9800. Portanto, uma redução de 10% na desigualdade de renda rural (índice de Gini rural) ocasiona uma redução de 9,800% no hiato médio quadrático da pobreza rural.

A Tabela 4 apresenta as elasticidades para os índices de pobreza P_0 , P_1 e P_2 nas áreas urbanas. Todos os coeficientes estimados são estatisticamente significantes em um nível de confiança de 95%. Para P_0 , a elasticidade-renda da pobreza urbana apresentou valor igual a -0,2740. Por seguinte, um aumento da renda média urbana per capita em 10% ocasiona reduções de 2,740% na proporção de pobres na área urbana. Já a elasticidade-desigualdade da pobreza urbana apresentou valor igual a 1,9926. Infere-se disso que uma redução da desigualdade de renda urbana (índice de Gini urbano) em

10% ocasiona uma redução de 9,926% na proporção de pobres na área urbana.

Em relação a P_1 , a elasticidade-renda da pobreza urbana apresentou valor igual a -0,3458, ou seja, um aumento de 10% na renda média urbana per capita ocasiona uma redução de 3,458% no hiato médio da pobreza urbana. Já a elasticidade desigualdade da pobreza urbana apresentou valor igual a 2,2509. Logo, uma redução de 10% na desigualdade de renda urbana (índice de Gini urbano) ocasiona uma redução de 22,509% no hiato médio da pobreza urbana.

Finalmente, em relação a P_2 , a elasticidade-renda da pobreza urbana apresentou valor igual a -0,3937, ou seja, um aumento de 10% na renda média urbana per capita ocasiona uma redução de 3,937% no hiato médio quadrático da pobreza urbana. Já a elasticidade-desigualdade da pobreza urbana apresentou valor igual a 2,6153. Consequentemente, uma redução de 10% na desigualdade de renda urbana (índice de Gini urbana) ocasiona uma redução de 26,153% no hiato médio quadrático da pobreza urbana.

De forma geral, com exceção da proporção de pobres nas áreas rurais (P_0 rural), os resultados apontaram que a redução da desigualdade tem mais impacto sobre a queda dos níveis de pobreza na região Nordeste do

Tabela 4. Elasticidade-renda da pobreza e elasticidade-desigualdade da pobreza nas áreas urbanas do Nordeste, no período de 1995 a 2009.

Var. explicativa	$P_0^{(1)}$	$P_1^{(2)}$	$P_2^{(2)}$
$\ln RM$	- 0,2740 (- 1,95)	- 0,3458 (- 7,85)	- 0,3937 (- 7,71)
$\ln G$	1,9926 (2,59)	2,2509 (9,09)	2,6153 (9,10)
Constante	2,1445 (2,35)	1,9970 (7,23)	2,0386 (6,36)
R^2	0,0777	0,5690	0,5652
R^2 ajustado	0,0746	0,5090	0,4994

(1) Modelo de efeito aleatório; valores do teste t entre parênteses.

(2) Modelo de efeito fixo; valores do teste t entre parênteses.

que sobre o crescimento da renda média. Isso ocorre porque, em regiões pobres, com elevado nível de desigualdade de renda (elevadas desigualdades iniciais), como é o caso do Nordeste, aumentos de renda são repassados de forma desproporcional (ou desigual) para a população pobre da região. Por isso, políticas de combate à pobreza orientadas para o crescimento são mais efetivas quando acompanhadas da redistribuição de renda, de acordo com resultados obtidos por Barreto (2005), Barreto et al. (2008), Bourguignon (2002), Lopez e Seven (2004), Marinho e Soares (2003), Menezes e Pinto (2005) e Ravallion (1997, 2004).

A elasticidade-renda da pobreza apresenta, em todos os casos, um coeficiente com um valor (em termos absolutos) inferior a 1. Isso implica dizer que os aumentos da renda são repassados para os pobres de forma menos proporcional. Logo, de acordo com Ravallion (2004), no Nordeste não está ocorrendo crescimento pró-pobre.

Outro ponto interessante foi que os coeficientes das elasticidades-renda da pobreza nas áreas rurais são maiores (em valores absolutos) do que nas áreas urbanas. Portanto, o crescimento econômico tem mais impacto sobre a pobreza rural do que sobre a pobreza urbana. No entanto, os coeficientes das elasticidades desigualdade da pobreza nas áreas urbanas são maiores do que nas áreas rurais. Isso pode ser explicado pelo fato de que, nas áreas rurais, o índice de desigualdade de renda (índice de Gini) é menor do que em áreas urbanas, onde estão concentrados os maiores níveis de produção da região. Logo, o impacto do efeito desigualdade na pobreza rural é menor do que em áreas urbanas.

Considerações finais

Este artigo procurou identificar, por meio da elasticidade-renda e da elasticidade-desigualdade da pobreza, qual seria a política mais adequada à redução da pobreza nos estados nordestinos, tanto em áreas totais quanto em rurais e urbanas. Para isso, utilizou-se o P_0 – pro-

porção de pobres, o P_1 – hiato da pobreza, o P_2 – hiato quadrático da pobreza, a renda média familiar per capita e o índice de Gini, que são as variáveis utilizadas no modelo econométrico para explicar o comportamento da pobreza e da desigualdade. No que concerne ao método para calcular tais elasticidades, fez-se uso de dados em painel, obtidos nas Pnads do período de 1995 a 2009.

Os resultados apontam que, nas áreas rurais e urbanas, políticas de redução da desigualdade têm mais impacto sobre a queda nos três níveis de pobreza (proporção de pobres, hiato da pobreza e severidade da pobreza) do que simplesmente políticas voltadas para o crescimento da renda média. Logo, os resultados apontaram que a redução da desigualdade tem mais impacto sobre a queda dos níveis de pobreza que simplesmente o crescimento da renda média.

A elasticidade-renda da pobreza (total, rural e urbana) apresentou um coeficiente com um valor (em termos absolutos) inferior a 1. Isso implica dizer que os aumentos da renda são repassados para os pobres de forma menos proporcional. Logo, de acordo com Ravallion (2004), no Nordeste não está ocorrendo crescimento pró-pobre. Quanto à elasticidade desigualdade da pobreza (total, rural e urbana), a redução da desigualdade ocasiona reduções mais que proporcionais na pobreza, com exceção das áreas rurais, e de P_0 para áreas totais.

Assim sendo, para os governos reduzirem a pobreza (independentemente do seu nível), são necessárias políticas que também visem à redução da desigualdade. Não se descarta, porém, a importância dos programas focados no crescimento da renda média, embora tenham apresentado uma sensibilidade inferior ao efeito da redução da desigualdade.

Outro ponto interessante foi que os coeficientes das elasticidades-renda da pobreza nas áreas rurais são maiores do que nas áreas urbanas. Logo, o crescimento econômico tem mais impacto sobre a pobreza rural do que sobre a pobreza urbana. No entanto, os coeficientes das

elasticidades desigualdade da pobreza nas áreas urbanas são maiores do que nas áreas rurais. Logo, o impacto do efeito desigualdade sobre a pobreza rural é menor do que em áreas urbanas.

Referências

- BARRETO, F. A. F. D. **Crescimento econômico, pobreza e desigualdade de renda: o que sabemos sobre eles?** Fortaleza: LEP-CAEN, 2005. 18 p. (Série Ensaio sobre Pobreza, n. 1).
- BARRETO, F. A. F. D.; OLIVEIRA, V. H. de; FRANÇA, J. M. de. **O que mais importa no combate à pobreza, crescimento econômico ou redução da desigualdade: evidências para as regiões brasileiras.** Fortaleza: LEP-CAEN, 2008. (Série Ensaio sobre Pobreza, n. 16).
- BOURGUIGNON, F. The growth elasticity of poverty reduction: explaining heterogeneity across countries and time periods. In: EICHER, T.; TURNOVSKY, S. **Inequality and growth: theory and policy implications.** Cambridge: The MIT Press, 2002. p. 3-26.
- CARNEIRO, F. G. Perfil da pobreza e aspectos funcionais dos mercados de trabalho no Brasil. In: POBREZA e mercados no Brasil: uma análise de iniciativas de políticas públicas. Brasília, DF: Cepal/DFID, 2003. p. 117-166.
- FERREIRA, F. H. G.; LITCHFIELD, J. A. Desigualdade de pobreza e bem estar no Brasil: 1981/95. In: HENRIGUES, R. (Org.). **Desigualdade e pobreza no Brasil.** Rio Janeiro: Ipea, 2000. p. 49-80.
- FISHLOW, A. Brazilian size distribution of income. **American Economic Review**, Nashville, v. 62, n. 2, p. 391-402, 1972.
- FOSTER, J.; GREER, J.; THORBECKE, E. A class of decomposable poverty measures. **Econometrica**, Evaston, v. 52, n. 3, p. 761-766, 1984.
- GREENE, W. H. **Econometric analysis.** New Jersey: Prentice-Hall, 2000.
- HOFFMANN, R.; DUARTE, J. B. A distribuição da renda no Brasil. **Revista de Administração de Empresa**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 46-66, 1972.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2000.** Rio de Janeiro, 2001.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD): 1995-2009.** Rio de Janeiro, 2009. 1 CD-ROM.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Ipeadata.** Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2011.
- LOPEZ, J. H.; SEVEN, L. **The mechanics of growth-poverty-inequality relationship.** [S.l.]: The World Bank, 2004. Mimeo.
- MANSO, C. A.; BARRETO, F. A. F. D.; FRANÇA, J. M. **O crescimento econômico no Ceará foi a favor dos mais pobres? Evidências comparativas com o Nordeste e o Brasil a partir do desenvolvimento do mercado de trabalho nas zonas urbanas, metropolitanas e rurais.** Fortaleza: LEP-CAEN, 2008. 21 p. (Série Ensaio sobre Pobreza, n. 17).
- MARINHO, E.; SOARES, F. Impacto do crescimento econômico e da concentração de renda sobre a redução da pobreza nos estados brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL DA ECONOMIA, 31., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Anpec, 2003. p. 1-16.
- MENEZES, T. A.; PINTO, R. F. É preciso esperar o bolo crescer, para depois repartir? In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 8., 2005, Fortaleza. **Anais...** [Rio de Janeiro: Anpec], 2005. p. 1-25.
- MONTEIRO NETO, A. **Desigualdades setoriais e crescimento ao PIB no nordeste: uma análise do período 1970/1995.** Brasília, DF: Ipea, 1997. (Texto para Discussão, 481).
- RAVALLION, M. Can high-inequality developing countries escape absolute poverty? **Economic Letters**, Washington, DC, v. 56, n. 1, p. 51-57, 1997.
- RAVALLION, M. **Pro-poor growth: a primer.** Washington, DC: World Bank, 2004. 36 p. (Policy Research Working Papers, n. 3242).
- ROCHA, S. **Pobreza no Brasil: afinal de que se trata?** 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.
- ROCHA, S. **Pobreza no Nordeste: a evolução nos últimos trinta anos (1970-1999).** Fortaleza: Banco do Nordeste, 2003.
- SILVEIRA NETO, R. da M. Quão pró-pobre tem sido o crescimento econômico no Nordeste? Evidências para o período 1991-2000. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 36, n. 4, p. 483-507, 2005.
- SIQUEIRA, M. L.; SIQUEIRA, M. L. Desigualdade de renda no nordeste brasileiro: uma análise de decomposição. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 11., 2006, Fortaleza. **Anais...** [Rio de Janeiro]: Anpec, 2006. p. 3-17.

Modelagem estatística dos prêmios do seguro rural¹

Andréia Cristina de Oliveira Adami²
Vitor Augusto Ozaki³

Resumo – O Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural é um dos principais incentivos governamentais ao desenvolvimento do seguro rural no País. Em geral, os recursos alocados ao programa são estimados no Plano Trienal do Seguro Rural (2010–2012) e orçados no ano anterior ao ano de exercício, de acordo com os interesses do governo. O problema é que, desde 2009, os recursos orçados têm sido menores do que aqueles estimados no Plano Trienal, desacelerando, assim, o desenvolvimento do seguro. O estudo propõe o uso de metodologias estatísticas para prever o comportamento dos prêmios diretos e, com isso, calcular o montante adequado de subvenção. Os resultados mostram que os valores alocados ao PSR, em 2011, serão insuficientes para manter a tendência de crescimento do seguro rural. Em consequência disso, o mercado vai sofrer um retrocesso, passando a situar-se em valores menores que os de 2009. Por conseguinte, haverá necessidade de uma suplementação orçamentária ao programa, para o ano de 2011. E um grande esforço político também terá de ser requisitado para aumentar as dotações orçamentárias ao PSR nos anos subsequentes, de forma a evitar a estagnação do mercado e o desamparo de uma grande quantidade de produtores expostos aos problemas decorrentes das intempéries climáticas.

Palavras-chave: modelos lineares, modelos não lineares, previsão, subvenção.

Statistical modelling of rural insurance

Abstract – The Program for Rural Insurance Premium is the main government incentives to develop the rural insurance in the country. In general, allocated resources to the program are estimated in the three-year plan (2010-2012), and budgeted in the precedent year exercise in according to the government interest. Since 2009, the budgeted resources are lower than those estimated in the three-year plan slowing the development of the rural insurance. This study proposes use of statistical methods to predict the premiums behavior and calculate the appropriate grant. The results show that the value allocated to the PSR in 2011, will be insufficient to maintain the growth trend of rural insurance. Instead, the market will suffer a setback in reaching lower values than in 2009. In this

¹ Original recebido em 6/10/2011 e aprovado em 15/10/2011.

² Doutora em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Esalq/USP. E-mail: adami@cepea.org.br

³ Prof. Dr. pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Esalq/USP. E-mail: vitorozaki@yahoo.com.br

sense, it is necessary to supplement the program budget for the year 2011 and a major political effort to increase budget allocations to the PSR in subsequent years to avoid the market stagnation and the helplessness of a large number of producers in face of bad weather conditions.

Keywords: linear models, nonlinear models, forecasting, grants.

Introdução

Atualmente, o seguro rural é o principal instrumento privado de gestão de risco utilizado pelos produtores rurais e pelas empresas do agronegócio no País. O crescimento do mercado de seguro rural ocorreu após a criação do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), em 2003. Até então, a demanda era relativamente baixa por causa do elevado valor do prêmio do seguro.

Apesar de sua importância, o PSR enfrenta problemas que necessitam de solução. Um dos principais refere-se à falta de uma metodologia para definir o montante de recursos alocado ao programa. Em 2010, por exemplo, o orçamento inicial estava previsto em R\$ 238 milhões, mas foram liberados apenas R\$ 190 milhões. O corte nos recursos foi prejudicial ao desenvolvimento do mercado, na medida em que o aumento do número de contratações está diretamente relacionado à ampliação do orçamento do programa. A incerteza na definição do montante de recursos a serem liberados dificulta sobremaneira a tomada de decisão por parte do mercado. O que se sabe ao certo é o limite máximo de recursos orçamentários alocados ao PSR, que está definido no Plano Trienal do Seguro Rural (R\$ 451 milhões para 2010, R\$ 570 milhões para 2011 e R\$ 680 milhões para 2012).

Nesse contexto, a contribuição do estudo baseia-se em analisar metodologias econométricas alternativas para a previsão dos prêmios do seguro agrícola, para o período correspondente de maio de 2011 a abril de 2012. Com isso, substitui-se um critério subjetivo de definição do total de recursos para subvenção, com possíveis interesses político-partidários, por um critério objetivo com base em métodos quantitativos. Dessa forma, após a previsão dos prêmios, será pos-

sível estimar o volume de recursos para o PSR no ano de 2011 e 2012. Para isso, pressupõe-se que o percentual de subvenção seja a média dos últimos 5 anos.

O seguro rural no Brasil

Conquanto o seguro rural no Brasil seja uma reivindicação relativamente antiga do setor agropecuário, até 2003 esse seguro pouco tinha evoluído, principalmente por conta do elevado valor do prêmio cobrado pelas seguradoras.

O Decreto-Lei nº 73/1966 (BRASIL, 1966), que dissolveu a Companhia Nacional de Seguro Agrícola (CSNA), também constituiu o Fundo de Estabilidade do Seguro Rural (FESR). Além disso, atrelou o seguro rural ao financiamento das instituições financeiras ligadas ao Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), determinou que as operações de seguro rural ficassem isentas de qualquer tipo de tributação federal e instituiu o Sistema Nacional de Seguros Privados, constituído pelo Conselho Nacional de Seguros Privados (CNSP), pela Superintendência de Seguros Privados (Susep), pelo Instituto de Resseguros do Brasil (IRB), por sociedades autorizadas a operar em seguros privados e por corretores habilitados. Desde então, as operações de seguro agrícola concentraram-se na Companhia de Seguros do Estado de São Paulo (Cosesp) até meados de 2004, quando a carteira agrícola foi encerrada em razão do processo de privatização da empresa. Apesar da importância da Cosesp na gestão do risco, principalmente dos produtores rurais do Estado de São Paulo, muitas regiões agrícolas não eram cobertas pelo seguro privado. Em muitas dessas regiões, os produtores utilizavam o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro)⁴.

⁴ O Proagro é um instrumento de política agrícola, que garante ao produtor um valor complementar para pagamento do custeio agrícola, em casos de ocorrência de fenômenos naturais, pragas e doenças que atinjam bens, rebanhos e plantações. Não se enquadra como um produto de seguros.

Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR)

Em 2003, o governo voltou a aumentar a participação no seguro rural, por meio da Lei nº 10.823 (BRASIL, 2003). Entre outras atribuições, essa lei criou o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), com o objetivo de reduzir o prêmio do seguro pago pelos produtores rurais.

A criação do PSR foi a primeira iniciativa de impacto do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), por meio do Departamento de Gestão de Risco Rural (Deger), no sentido de criar condições para o desenvolvimento do seguro rural, nos últimos anos. Apesar de a Lei nº 10.823 ter sido sancionada em 2003, sua regulamentação ocorreu apenas em 2004, por intermédio do Decreto nº 5.121 (OZAKI, 2010). Para o ano de 2005, os percentuais e os limites de subvenção foram determinados pelo Decreto nº 5.514/2005 (Tabela 1).

O Decreto nº 5.514/2005 foi revogado pelo Decreto nº 5.782/2006, que fixou novos limites e patamares de subvenção para o ano de 2006. O novo decreto incluiu outras culturas, além das modalidades pecuária, florestal e aquí-

Tabela 1. Percentuais e limites de subvenção para o ano de 2005.

Cultura	Subvenção (%)	Limite por produtor (R\$)
Algodão	40	
Arroz irrigado	30	
Feijão	50	
Milho	40	7.000
Milho (segunda safra)	40	
Soja	30	
Trigo	40	
Maçã	30	12.000
Uva	30	

Fonte: Brasil (2008).

cola. Ainda em 2006, foi sancionado o Decreto nº 6.002, que fixou os percentuais para o triênio 2007 a 2009 (Tabela 2). As culturas elegíveis ao PSR permaneceram as mesmas de 2006 para o triênio 2007–2009; a única diferença foi o aumento do percentual dos grupos 3 e 4, para 50% e 40%, respectivamente.

Apesar de existirem oito modalidades para o seguro rural, apenas quatro delas participam do PSR. São elas: agrícola, pecuário, aquícola e florestal. Para cada uma dessas modalidades, os planos trienais determinam os percentuais de subvenção para o período. A Tabela 3 resume os resultados do PSR, de 2005 a 2009. Percebe-se que o número de produtores participantes do PSR passou de 849, em 2005, para 56.306, em 2009. Por sua vez, o capital segurado aumentou de R\$ 126,6 milhões, em 2005, para quase R\$ 10 bilhões, em 2009. Área segurada e prêmio arrecadado pelo mercado também apresentaram um crescimento elevado durante o período. Esse crescimento foi possível em razão do aumento dos recursos públicos alocados ao PSR. Verifica-se que os recursos utilizados pelo mercado aumentaram de R\$ 2,3 milhões, em 2005, para quase R\$ 260 milhões, em 2009.

O PSR é fundamental para o desenvolvimento do mercado na medida em que reduz o preço do seguro. Algumas implicações diretas desse fato são o aumento da demanda pelos produtores rurais e o melhor gerenciamento do risco por parte das empresas seguradoras, na medida em que há uma maior pulverização do risco em diversas regiões do País. A Tabela 4 apresenta os percentuais de subvenção previstos no orçamento do governo para o triênio 2010–2012.

Para o triênio 2010–2012, os valores máximos de subvenção ao prêmio do seguro rural, por beneficiário (pessoa física ou jurídica), em cada ano civil, foram estabelecidos em:

- Modalidade agrícola: R\$ 96.000,00.
- Modalidades pecuário, florestal e aquícola: R\$ 32.000,00 (para cada uma delas).

Tabela 2. Percentuais e limites de subvenção para o ano de 2006 e para o triênio 2007–2009.

Grupo	Cultura	Subvenção (%)		Limite por produtor (R\$)
		2006	2007–2009	
1	Feijão, milho (segunda safra) e trigo		60	
2	Algodão, arroz, aveia, canola, centeio, cevada, milho, soja, sorgo e triticales		50	
3	Maçã e uva	40	50	
4	Abacaxi, alface, alho, ameixa, amendoim, batata, berinjela, beterraba, café, cana-de-açúcar, caqui, cebola, cenoura, couve-flor, figo, girassol, goiaba, kiwi, laranja, limão e demais cítricos, morango, nectarina, pepino, pera, pêssego, pimentão, repolho, tomate e vagem	30	40	32.000,00
	Pecuário		30	
	Florestal		30	
	Aquícola		30	

Fonte: Brasil (2008).

Tabela 3. Resultados do PSR, de 2005 a 2009.

Ano	2005	2006	2007	2008	2009
Número de apólices	849	21.779	31.637	60.120	72.737
Número de produtores	849	16.653	27.846	43.642	56.306
Subvenção concedida	2.314.919	31.122.161	60.961.992	157.544.950	259.610.965
Área segurada	68.148	1.560.549	2.276.245	4.762.902	6.669.296
Capital segurado	126.637.756	2.869.326.074	2.706.036.105	7.209.176.951	9.684.244.863
Prêmio arrecadado	8.684.372	71.119.310	127.741.170	324.744.319	477.785.800

Fonte: Brasil (2011).

O produtor pode receber a subvenção para mais de uma modalidade, desde que o somatório do benefício não ultrapasse o valor máximo de R\$ 192.000,00, por ano civil (BRASIL, 2009). Não obstante, ele poderá contratar o seguro rural utilizando recursos da subvenção ao prêmio para a mesma atividade na qual tenha operação

de crédito enquadrada no Proagro, desde que as lavouras sejam implantadas em áreas diferentes.

Ressalta-se que os recursos disponibilizados para o PSR são orçados no ano anterior, com base nas expectativas das seguradoras da demanda para subvenção por produto e modalidade de seguro rural. Dessa forma, os recursos

Tabela 4. Percentuais e limites de subvenção para o triênio 2010–2012.

Modalidade de seguro	Grupos de culturas	Subvenção (%)	Limite por produtor (R\$)
		2010–2012	
	Feijão, milho segunda safra e trigo	70	
	Ameixa, aveia, canola, caqui, cevada, centeio, figo, kiwi, linho, maçã, nectarina, pera, pêssego, sorgo, triticale e uva	60	
	Algodão, arroz, milho e soja	50	
Agrícola	Abacate, abacaxi, abóbora, abobrinha, alface, alho, amendoim, atemoia, banana, batata, berinjela, beterraba, cacau, café, caju, cana-de-açúcar, cebola, cenoura, cherimoia, chuchu, couve-flor, ervilha, escarola (chicória), fava, girassol, goiaba, graviola, jiló, laranja, lichia, lima, limão e demais cítricos, mamão, mamona, mandioca, manga, maracujá, melancia, melão, morango, pepino, pimentão, pinha, quiabo, repolho, sisal, tangerina, tomate, vagem e demais hortaliças e legumes	40	96.000,00
Pecuário		30	
Florestal		30	32.000,00
Aquícola		30	

Fonte: Brasil (2009).

orçados em 2004 e utilizados em 2005 foram da ordem de R\$ 10 milhões. Porém, apenas R\$ 2,3 milhões foram demandados pelo mercado. Na Figura 1, mostra-se a evolução dos recursos orçados e os gastos efetivos.

Percebe-se que tanto os recursos alocados ao PSR quanto os gastos efetivos crescem ano a ano, desde 2005 (Figura 1). Até 2008, os recursos foram suficientes para cobrir a demanda do mercado. Em 2009, no entanto, a demanda superou os recursos disponibilizados pelo governo, em R\$ 90 milhões, em virtude do atraso do pagamento da subvenção às seguradoras. Apesar de o governo ter sancionado a lei para a liberação dos recursos, ainda assim, o orçamento inicial de R\$ 238 milhões foi reduzido para R\$ 190 milhões.

Conforme se vê, o seguro agrícola massifica-se, principalmente em virtude do aumento dos recursos para subvenção. Quanto maiores

forem as dotações de recursos, mais produtores serão beneficiados pelo programa, em razão da redução do preço do seguro. Por sua vez, cortes ou reduções nos recursos do PSR significarão um retrocesso no desenvolvimento do seguro agrícola. Assim, cumpre prever qual será a demanda potencial do mercado no próximo ano e definir, na Lei Orçamentária Anual do ano corrente, o total de recursos destinados ao programa, limitado, naturalmente, ao máximo permitido no Plano Trienal do Seguro Rural.

Metodologia

Modelos ARIMA

Os modelos ARIMA (Autorregressivo Integrado de Média Móvel) foram inicialmente formulados por Box e Jenkins (1976). Essa metodologia consiste em ajustar modelos autorregres-

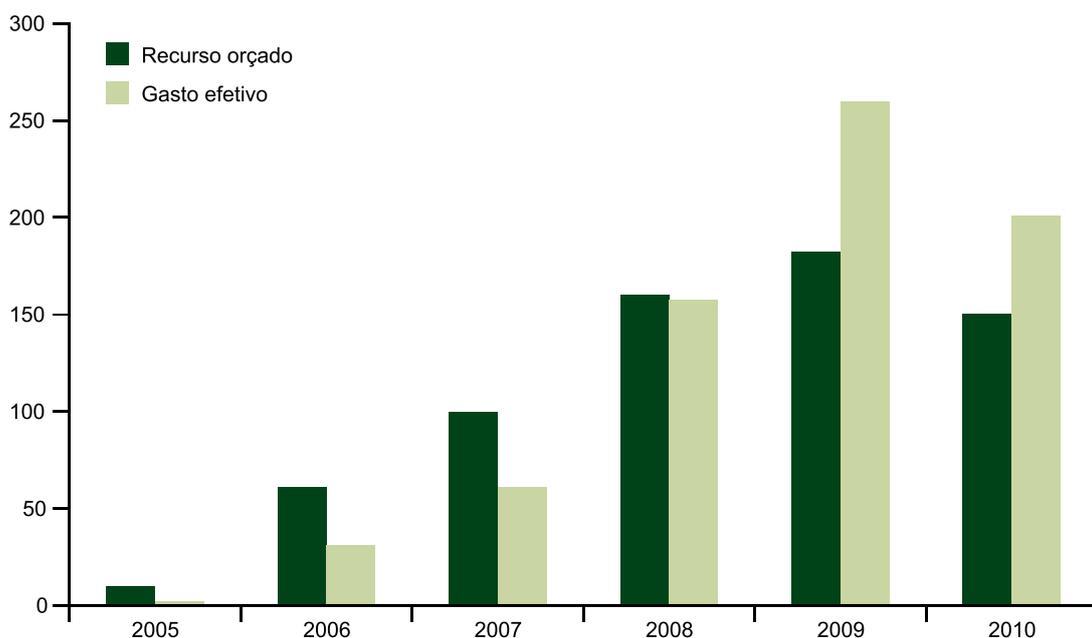


Figura 1. Evolução dos recursos liberados e gastos efetivos, no período de 2005 a 2010, em milhões de reais.

Fonte: Brasil (2010).

sivos integrados e de média móvel (ARIMA) (p, d, q). É possível que uma série não estacionária possa tornar-se estacionária, diferenciando-a um certo número de vezes. Assim, uma série temporal não estacionária pode ser modelada a partir de d diferenciações, pela inclusão de componentes autorregressivos (AR) e de média móvel (MA). Diz-se, então, que, numa série sem componente determinístico, representada por um processo ARIMA, estacionária e invertível, tornando-se estacionária após d diferenças, essa série é integrada de ordem $d - I(d)$. Portanto, um processo Z_t pode ser descrito por meio da modelagem ARIMA (p, d, q) como

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \theta_q(B)a_t \quad (1)$$

Na equação (1), $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$ é o operador autorregressivo de ordem p AR(p); $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$ é o operador de média móvel de ordem q MA(q); a_t é um termo de ruído branco,

em que

$$E(a_t) = 0 \quad \forall t.$$

$$\text{Var}(a_t) = \sigma^2 \quad \forall t.$$

$$\text{COV}(a_s, a_t) = 0 \quad \text{para } s \neq t.$$

d é a ordem de integração da série.

Os modelos ARIMA (p, d, q) descrevem adequadamente processos lineares estacionários, processos lineares não estacionários homogêneos e processos de memória longa, e podem ser generalizados pela inclusão de um operador sazonal (SARIMA).

A construção do modelo é baseada num ciclo iterativo, no qual a escolha da estrutura do modelo é baseada nos próprios dados. As etapas utilizadas no trabalho compõem a identificação do modelo, incluindo: o teste de raiz unitária, as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial (DICKY; FULLER, 1979, 1981; ENDERS, 2004; FULLER, 1976). Para se determinar o número de defasagens (p), alguns critérios, como de Akaike (Akaike Information Criterion - AIC) e de Schwarz (Schwarz Bayesian Criterion - SBC) e o teste Q de Ljung e Box, são ferramentas importantes. A estimação foi realizada pelo método da máxima verossimilhança. Para o propósito de previsão, deve-se escolher o modelo que fornecer o menor erro quadrático médio de previsão.

Para isso, optou-se pela validação cruzada com doze observações a menos.

Sazonalidade estocástica

Quando a série Z_t exibe comportamento sazonal, com defasagens em períodos múltiplos de s , há que se considerar que a série apresente sazonalidade estocástica, podendo-se ajustar à série original um modelo ARIMA sazonal ou SARIMA. Nesse caso, no modelo $Z_t = \mu_t + N_t$, pode ser apropriado considerar μ_t como um processo estocástico satisfazendo (MORETTIN; TOLOI, 2006)

$$(1 - B^{12})\mu_t = Y_t \quad (2)$$

Na equação (2), Y_t é um processo estacionário. Aplicando-se o operador $(1 - B^{12})$ na equação inicial, obtemos a equação (3):

$$(1 - B^{12})Z_t = (1 - B^{12})\mu_t + (1 - B^{12})N_t \quad (3)$$

que, de acordo com a equação (2), fica: $(1 - B^{12})Z_t = Y_t + (1 - B^{12})N_t$, com $\varphi_Y(B)Y_t = \varphi_Y(B)a_t$ e $\varphi_N(B)N_t = \varphi_N(B)e_t$, em que a_t e e_t são ruídos brancos independentes.

A equação (3) é equivalente à equação (4):

$$\begin{aligned} & (1 - \Phi_1 B^{12} - \dots - \Phi_p B^{12p})(1 - B^{12})^D Z_t = \\ & = (1 - \Theta_1 B^{12} - \dots - \Theta_Q B^{12Q})\alpha_t, \text{ ou} \\ & \Phi(B^{12})\Delta_{12}^D Z_t = \Theta(B^{12})\alpha_t \end{aligned} \quad (4)$$

Na equação (4), $\Phi(B^{12}) = 1 - \Phi_1 B^{12} - \dots - \Phi_p B^{12p}$ é o operador autorregressivo sazonal de ordem P , estacionário; $\Theta(B^{12}) = 1 - \Theta_1 B^{12} - \dots - \Theta_Q B^{12Q}$ é o operador de médias móveis sazonal de ordem Q , invertível; $\Delta_{12}^D = (1 - B^{12})^D$ é o operador de diferença sazonal; em que $\Delta_{12}^D = (1 - B^{12})^D$, D indica o número de diferenças sazonais; e, α_t o ruído. Se o processo α_t satisfaz um modelo ARIMA (p, d, q) , então

$$\varphi(B)\alpha_t = \theta(B)a_t \quad (5)$$

Na equação (5), $\varphi(B) = (1 - B)^d \phi(B)$ e a_t é um processo de ruído branco. Então, Z_t satisfaz o modelo

$$\phi(B)\Phi(B^{12})(1 - B^{12})^D(1 - B)^d Z_t = \theta(B)\Theta(B^{12})a_t \quad (6)$$

Na equação (6), $\theta(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$, $\phi(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$, e os demais polinômios conforme identificados na equação (4). O modelo descrito na equação (6) é denominado ARIMA Sazonal Multiplicativo (SARIMA) de ordem $(p, d, q) \times (P, D, Q)_{12}$.

Modelos ARIMA com covariáveis – ARIMAX

O modelo ARIMAX baseia-se em um modelo ARIMA em que são incluídas variáveis explicativas ou covariáveis. Como variável explicativa, pode-se utilizar uma variável binária, de modo a isolar períodos atípicos, ou, então, separar os dados em diferentes períodos, para testar, por exemplo, o impacto de intervenções. Para aplicações dos modelos ARIMAX, ver Cryer e Chan (2008). Na equação (7), Z_t é a série temporal em estudo; a_t é o termo de erro aleatório; x_t é a covariável no tempo t ; e β é o coeficiente estimado.

$$Z_t = \beta x_t + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t \quad (7)$$

Neste trabalho, utilizou-se uma variável binária para captar os problemas ocorridos na contratação dos seguros, com relação ao não repasse dos recursos da subvenção às seguradoras, em outubro, novembro e dezembro de 2009 e de 2010.

Modelos não lineares

Se a série exibe períodos de variância crescente e está correlacionada com o tempo, a série exibe volatilidade e ocorre heteroscedasticidade condicional. Nesses casos, a variância não condicional (longo prazo) pode ser constante, mas, para certos períodos de grande incerteza, a vari-

ância condicional pode apresentar grandes alterações por curtos períodos.

Há diversos métodos paramétricos para estimar a variância das séries com o objetivo de substituir a hipótese de que essa seja constante ao longo do tempo; por exemplo, os modelos ARCH (Autorregressivo com Heterocedasticia Condicional) e GARCH (ARCH Generalizado).

Um exemplo desses modelos de heterocedasticia condicional foi proposto por Engle (1982):

$$\varepsilon_t = v_t \sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2} \quad (8)$$

Na equação (8), v_t é um processo de ruído branco, tal que $\sigma_v = 1$; v_t e ε_{t-1} são independentes um do outro; e α_0 e α_1 são constantes, tal que: $\alpha_0 > 0$ e $0 < \alpha_1 < 1$. Portanto, ε_t segue as seguintes propriedades – equação (9):

$$\begin{aligned} E[\varepsilon_t] &= E[v_t(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2)^{1/2}] \\ &= E[v_t] \times E[\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2]^{1/2} = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

Com $E[\varepsilon_t, \varepsilon_{t-i}] = 0$ para todo $i \neq 0$. Então – equação (10):

$$\begin{aligned} E[\varepsilon_t^2] &= E[v_t^2(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2)] \\ &= E[v_t^2] \times E[\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2] \end{aligned} \quad (10)$$

Ou seja, a sequência ε_t mantém as seguintes propriedades: média zero e são não correlacionados. Como $\sigma_v^2 = 1$, a variância não condicional de ε_t é idêntica à de ε_{t-1} , isto é, $E[\varepsilon_t^2] = E[\varepsilon_{t-1}^2]$, e a variância não condicional fica

$$E[\varepsilon_t^2] = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1} \quad (11)$$

Como os erros são independentes, a média condicional é zero, mas, como $E[v_t^2] = 1$, a variância condicional fica condicionada aos valores históricos passados da série:

$$E[\varepsilon_t^2 | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots] = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 \quad (12)$$

A variância de ε_t é dependente dos valores realizados de ε_{t-1} . Se os valores realizados de ε_{t-1}^2

forem grandes, a variância de ε_t será grande também. Essa é uma característica de um modelo ARCH (1).

Nos modelos ARCH, a estrutura do erro é tal que a média condicional e a não condicional são zero. Porém, a variância condicional é um processo autorregressivo, resultante dos erros condicionalmente heteroscedásticos. Nesse caso, a heteroscedasticia condicional de ε_t resultará em heteroscedasticia na variável dependente. Assim, um modelo ARCH é capaz de captar períodos de tranquilidade e de alta volatilidade na série de volatilidade.

Bollerslev (1986), por intermédio do trabalho de Engle (1982), mostra como a variância condicional pode seguir um processo ARMA.

Seja o processo de erro conforme representado pela equação (13):

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} \quad (13)$$

Na equação (13), $\sigma_v^2 = 1$ e, $h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}$. Como v_t é um ruído branco, as médias condicional e não condicional são zero, e a variância condicional de ε_t é dada por $E_{t-1}[\varepsilon_t^2] = h_t$. Assim, a variância condicional de ε_t é um processo ARMA, dado pela expressão h_t . Portanto, um modelo GARCH é um modelo ARCH generalizado (p, q) – GARCH (p, q) –, que permite movimentos autorregressivo e de média móvel na variância heteroscedástica condicional. O benefício de usar um modelo GARCH é que talvez haja um modelo GARCH mais parcimonioso, que possa representar um modelo ARCH de alta ordem, facilitando a identificação e a estimação.

Um ponto importante nos modelos GARCH é que a variância condicional dos distúrbios na variável dependente constitui um processo ARMA. Similarmente ao que ocorre na identificação dos modelos ARIMA aplicados à média, espera-se que os resíduos do modelo ARMA para a variância condicional (ARCH, GARCH) auxiliem a identificar o modelo – definição dos termos autorregressivos e de média móvel.

Se o modelo para a variável dependente foi corretamente especificado, as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial devem indicar um processo de ruído branco (série estacionária). Para a identificação dos termos (p, q) do modelo GARCH, a função de autocorrelação dos quadrados dos resíduos pode auxiliar a identificar a ordem do processo. Assim, se existe um modelo de heteroscedasticidade condicional, o correlograma da equação (13) indicaria esse processo. A estatística Q de Ljung-Box pode ser usada para testar grupos de coeficientes significativos.

$$Q = T(T+2) \sum_{i=1}^n \rho_i / (T-i) \quad (14)$$

A estatística Q tem distribuição assintótica χ^2 com n graus de liberdade se a sequência ε_t^2 é serialmente não correlacionada. Rejeitar a hipótese nula (H_0) de que ε_t^2 é serialmente não correlacionado equivale a rejeitar a hipótese nula de que não existem erros ARCH ou GARCH. Na prática, consideram-se valores de n até $T/4$.

Engle (1982) propôs o teste formal do multiplicador de Lagrange para erros ARCH. A metodologia envolve dois passos: a) usar mínimos quadrados ordinários (MQO) para estimar a equação de regressão mais apropriada, ou modelo ARMA, e obter os $\hat{\varepsilon}_t^2$; b) ajustar a seguinte regressão para o erro quadrado estimado:

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + \alpha_2 \hat{\varepsilon}_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \hat{\varepsilon}_{t-q}^2 \quad (15)$$

Se não existir efeitos ARCH/GARCH, os valores estimados de $\alpha_1 \dots \alpha_q$ serão zero. Então, a regressão terá pouco poder explanatório, e o coeficiente de determinação R^2 será baixo. Com uma amostra de T resíduos, sob a hipótese nula de inexistência de erros ARCH, a estatística teste TR^2 converge para uma distribuição χ^2 com q graus de liberdade.

Se TR^2 é grande, a rejeição da hipótese nula de que $\alpha_1 \dots \alpha_q = 0$ é equivalente a rejeitar a hipótese nula de que não há erros ARCH. Por outro lado, se TR^2 é baixo, aceita-se H_0 . Em pequenas amostras, o teste F tem-se mostrado superior ao teste χ^2 . Portanto, pode-se usar o teste F , comparando o valor amostral com o valor F

tabelado com q graus de liberdade no numerador e $T - q$ graus de liberdade no denominador.

O modelo GARCH pressupõe que a variância da volatilidade siga um processo previsível. Pode-se estimar e prever a variância condicional de um modelo Heterocedástico Autorregressivo Generalizado (GARCH) (1,1). Dado que $\varepsilon_t = v_t \sqrt{h_t}$, a relação entre ε_t^2 e h_t será dada pela equação (16):

$$\varepsilon_t^2 = v_t^2 h_t \quad (16)$$

Como $E[v_t^2] = E_{t-1}[v_t^2] = 1$, tem-se que a variância condicional da sequência ε_t será: $E_{t-1}[\varepsilon_t^2] = h_t$. Então, $E_{t-1}[\varepsilon_t^2] = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$. Ou seja, a variância condicional depende da inovação mais recente e da variância condicional anterior.

No modelo GARCH (1,1) a variância condicional é dada por h_t . A média incondicional é zero, e a variância incondicional pode ser encontrada estabelecendo-se que $E_{t-1}[\varepsilon_{t-1}^2] = h_t = h_{t-1} = h$. Então, tem-se que – equação (17):

$$h = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1 - \beta_1} \quad (17)$$

Para que o modelo seja estacionário, a soma dos parâmetros $\alpha_1 + \beta_1$ deve ser menor que um. Essa soma é denominada persistência. Se $\alpha_1 + \beta_1 \geq 1$, deve-se ajustar um modelo IGARCH.

Modelo estrutural

Uma classe geral desses modelos, denominados modelos de espaço de estados ou modelos lineares dinâmicos, foi introduzida por Kalman (1960). Na forma estrutural, o modelo de espaço de estados é um modelo que permite verificar a variabilidade nas componentes nível, tendência e sazonalidade. A seleção de um modelo na metodologia de modelos estruturais, ao contrário da metodologia Box e Jenkins, dá menor ênfase à análise dos correlogramas de transformações da série original e maior ênfase ao conhecimento da série, em que uma inspeção gráfica pode sugerir uma possível tendência nos dados. Porém, após a estimação, pode-se fazer

testes residuais, do mesmo modo que nos modelos ARIMA, e o teste de Ljung-Box, por exemplo, pode ser aplicado aos resíduos do modelo, com o número de graus de liberdade igual ao número de autocorrelações utilizadas, menos o número de hiperparâmetros estimados.

Os principais modelos estruturais são: modelo de nível local, modelo de tendência local, modelo com tendência local e componente sazonal, e modelo com ciclo (MORETTIN; TOLOI, 2006). Todo modelo de séries temporais q dimensionais tem representação em espaço de estados, que relaciona o vetor de observações $\{Y_t\}$ e o vetor de ruídos $\{v_t\}$, por meio de um processo de Markov $\{X_t\}$, p dimensional, denominado vetor de estados. Então, o modelo de espaço de estados fica

$$Y_t = A_t X_t + v_t \quad (18)$$

$$X_t = G_t X_{t-1} + w_t, t = 1, \dots, N \quad (19)$$

As duas equações (18) e (19) definem o modelo de espaço de estados,

em que:

A_t é a matriz do sistema, de ordem $(q \times p)$.

v_t é o ruído da observação, de ordem $(q \times 1)$, não correlacionado, com média zero e matriz de covariâncias R .

G_t é a matriz de transição, de ordem $(p \times p)$.

w_t é um vetor de ruídos não correlacionados, representando a perturbação do sistema de ordem $(p \times 1)$, com média zero e matriz de covariâncias Q .

A equação (18) é dita equação de observação, e a (19), equação do estado ou do sistema.

Nesses modelos, supõe-se que: a) o estado inicial X_0 tem média μ_0 e matriz de covariâncias Σ_0 ; os vetores de ruídos v_t e w_t são não correlacionados entre si e não correlacionados com o estado inicial.

Diz-se que o modelo é gaussiano quando os vetores de ruídos forem normalmente distri-

buídos. No modelo univariado, $q = 1$, A_t é um vetor e v_t é um ruído com média zero e variância σ_v^2 . As matrizes A_t e G_t são não estocásticas; dessa forma, se houver variação no tempo, ela será predeterminada. Quando essas matrizes forem constantes no tempo, o sistema será invariante no tempo ou homogêneo no tempo. Como casos especiais, tem-se os modelos estacionários. A análise das equações (18) e (19) indica que o vetor de estados não é diretamente observado – o que se observa é sua versão linear adicionada a um ruído.

O modelo de nível local pode ser definido como

$$Y_t = \mu_t + \varepsilon_t, t = 1, \dots, N \quad (20)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \eta_t, t = 1, \dots, N \quad (21)$$

Nas equações (20) e (21), $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ e $\eta_t \sim N(0, \sigma_\eta^2)$ são independentes e não correlacionados entre si: $A_t = 1$, $X_t = \mu_t$, $G_t = 1$, $v_t = \varepsilon_t$ e $w_t = \eta_t$. Uma característica importante desse modelo é que o estimador do nível μ_t^l é dado pela média móvel das observações passadas, com uma constante de suavização, que é a função de razão sinal-ruído, $f = \sigma_\eta^2 / \sigma_\varepsilon^2$ (MORETTIN; TOLOI, 2006).

O modelo de tendência local pode ser descrito pelas equações (22), (23) e (24):

$$Y_t = \mu_t + \varepsilon_t \quad (22)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t \quad (23)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \zeta_t \quad (24)$$

No modelo acima (equações 22 a 24), $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$; $\eta_t \sim N(0, \sigma_\eta^2)$; $\zeta_t \sim N(0, \sigma_\zeta^2)$; com η_t e ζ_t mutuamente não correlacionados e não correlacionado com ε_t ; μ_t é denominado nível local; e β_t , a inclinação local. Na representação de espaços de estados, tem-se

$$Y_t = [1 \ 0] \begin{bmatrix} \mu_t \\ \beta_t \end{bmatrix} + \varepsilon_t \quad (25)$$

$$\begin{bmatrix} \mu_t \\ \beta_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_{t-1} \\ \beta_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \eta_t \\ \xi_t \end{bmatrix} \quad (26)$$

No modelo acima (equações 25 e 26), a intensidade com que μ_t e β_t mudam com o tempo depende das quantidades $q_1 = \sigma_\eta^2 / \sigma_\phi^2$ e $q_2 = \sigma_\varepsilon^2 / \sigma_\phi^2$. A função de previsão é uma reta com nível e inclinação estimados no final da amostra: μ_N^N e β_N^N . Esse modelo corresponde a uma especificação bem geral, com componentes de nível e inclinação, ambas estocásticas. Porém, pode-se encontrar as seguintes combinações desse modelo: a) nível local ou passeio causal + ruído – aqui a tendência é um passeio aleatório, ou seja, não existe a componente β_t ; b) nível local com *drift*, quando $\sigma_\varepsilon^2 = 0$; c) tendência suave, quando $\sigma_\eta^2 = 0$; e d) tendência determinística: $\sigma_\eta^2 = \sigma_\varepsilon^2 = 0$.

Quando necessário, pode-se incluir a componente sazonal no modelo de espaço de estado estrutural. O modelo básico fica

$$Y_t = \mu_t + S_t + \varepsilon_t \quad (27)$$

Na equação (27), S_t é a componente sazonal, na forma estocástica, μ_t segue como definida em (23) e (24), $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ e é não correlacionado com os demais resíduos do modelo.

Dados

A base de dados utilizada no estudo é proveniente da Superintendência de Seguros Privados (Susep), referente aos prêmios diretos⁵, durante o período de janeiro de 2003 a abril de 2011, para a modalidade agrícola (códigos 1101 e 1102). Além dos prêmios diretos, foram utilizados os valores anuais dos prêmios e das subvenções do PSR, liberados pelo Mapa, de 2005 a 2010.

Resultados e discussão

Em 2003, o governo federal sancionou a Lei nº 10.823 (BRASIL, 2003), que criou o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural

(PSR), com o objetivo de reduzir o prêmio do seguro pago pelos produtores rurais e incentivar o mercado de seguro agrícola privado. De 2005 a 2009, os recursos utilizados pelo mercado cresceram de forma significativa, porém, no segundo semestre de 2010, por conta dos problemas relacionados à gestão do programa, houve uma redução significativa no total de prêmios do mercado (Figura 2).

A falta de recursos para o PSR em 2009 causou um efeito negativo no mercado, no sentido de dar continuidade ao programa de subvenção. Foi por esse motivo que em 2010 houve queda nas contratações. Percebe-se que, de 2003 até 2005, o mercado de seguro privado seguia em queda, porém, a partir de 2006, quando o governo aumentou os limites de subvenção, as contratações passaram a crescer exponencialmente, mas caíram em 2010, em virtude da falta de recursos e do atraso no pagamento das subvenções para as seguradoras (Figura 3).

Nota-se claramente que, quanto maior é o volume de recursos destinados ao PSR, maior é o desenvolvimento do mercado de seguro agrícola. Em outras palavras, o PSR impulsiona a contratação de seguro por parte dos produtores rurais. Nesse sentido, é fundamental estimar qual a demanda ano a ano e, com base nessa estimativa, prever o volume total de recursos adequado ao programa.

Para isso, foram ajustados diversos modelos de séries temporais. Entre todos os modelos, o que apresentou o menor erro quadrático médio de previsão foi o modelo SARIMA (1, 0, 1) (0, 1, 0)₁₂. O modelo SARIMA-GARCH (1, 1) não apresentou bom ajuste aos dados e apresentou maior erro de previsão quando comparado ao SARIMA (1, 0, 1) (0, 1, 0)₁₂. Já os modelos ARIMAX e ESTRUTURAL apresentaram bom ajuste, porém apresentaram maior erro quadrático médio de previsão.

A Tabela 5 apresenta as estimativas dos parâmetros e os respectivos erros do modelo ajustado. Pela Figura 4, observa-se que o modelo SARIMA

⁵ Prêmio direto = Prêmio emitido – Cancelamento – Restituição – Desconto. Prêmios recebidos pelas seguradoras sem operações de cessão e/ou retrocessão.

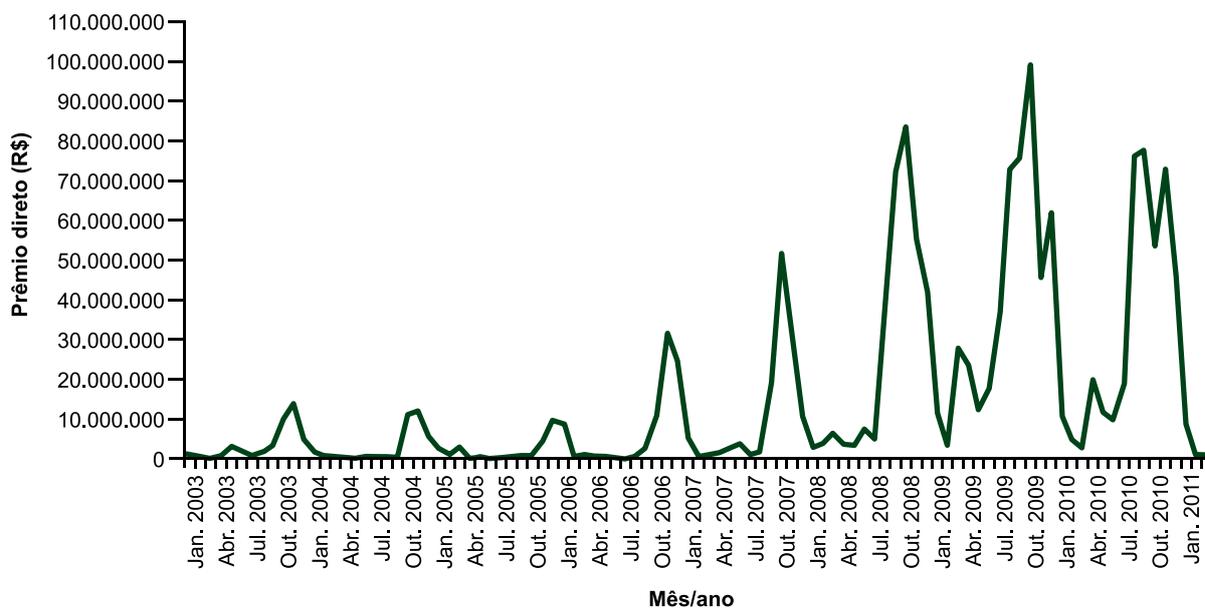


Figura 2. Prêmio direto recebido pelas seguradoras – dados mensais desde janeiro de 2003.

Fonte: Susep (2011).

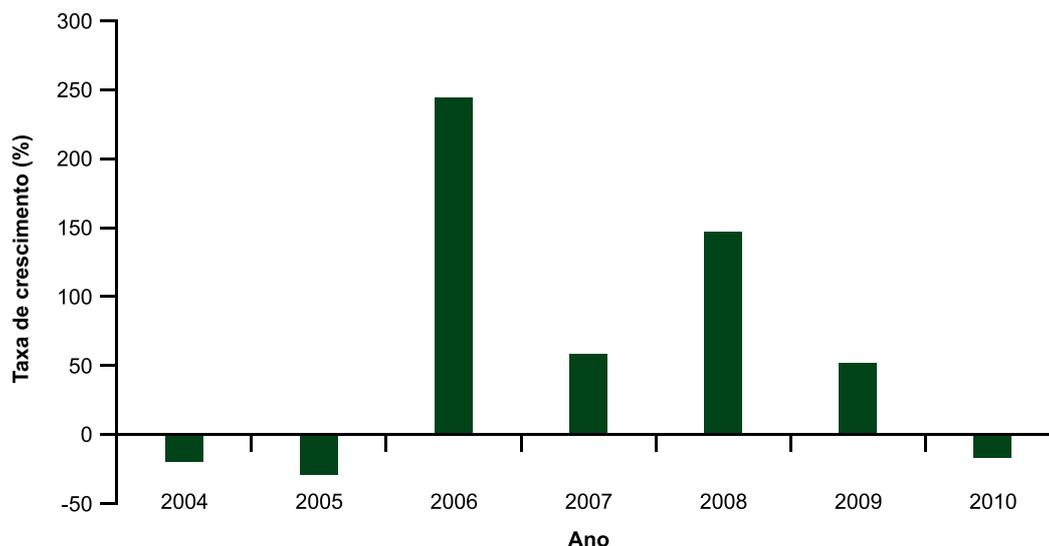


Figura 3. Taxa de crescimento dos prêmios diretos, de 2004 a 2010.

Fonte: Susep (2011).

$(1, 0, 1)(0, 1, 0)_{12}$ apresentou bom ajuste à série de prêmios. Percebe-se, porém, que o modelo superestimou os picos nos meses de outubro e novembro, para o período de 2007 a 2009. Apesar disso, as previsões resultantes apresentam-se consistentes com a tendência de aumento dos prêmios diretos.

A Figura 5 mostra as previsões realizadas com o modelo SARIMA $(1,0,1)(0,1,0)_{12}$ para o pe-

Tabela 5. Resultado do modelo SARIMA $(1, 0, 1)(0, 1, 0)_{12}$.

SARIMA	AR	MA
$(1, 0, 1)(0, 1, 0)_{12}$	$\phi = 0,94$	$\theta = -0,79$
	(0,06)	(0,12)

Obs.: valores entre parênteses significam erro-padrão das estimativas.

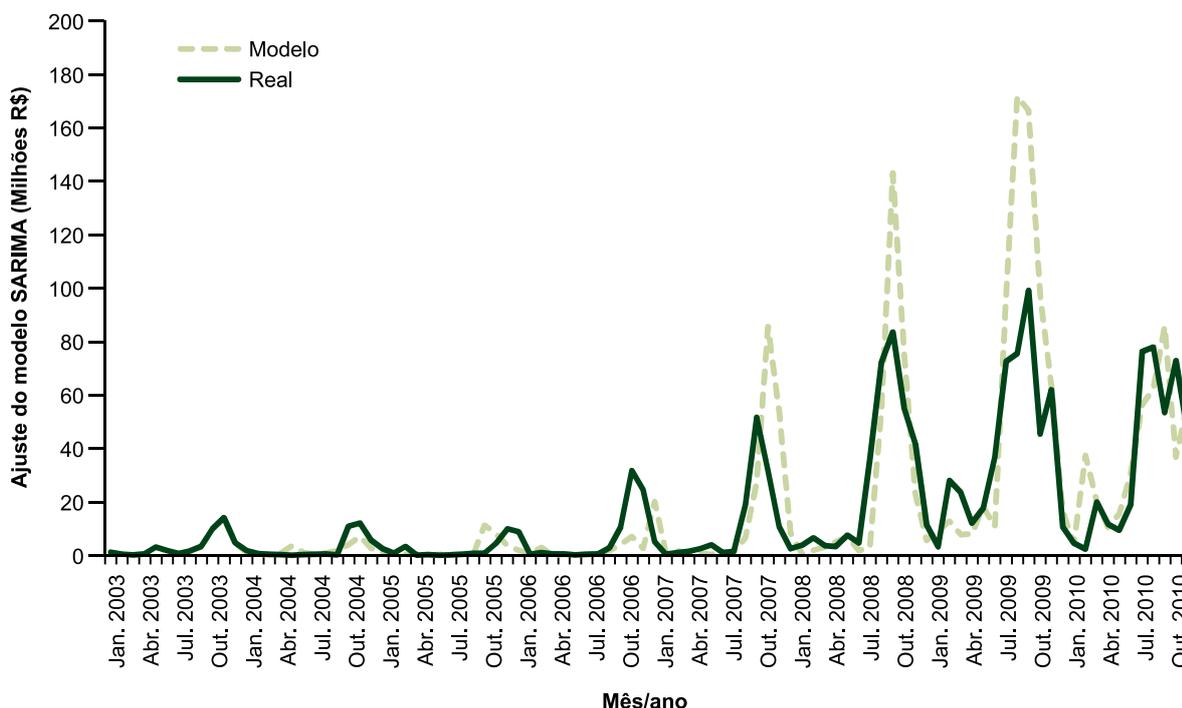


Figura 4. Ajuste do modelo SARIMA (1, 0, 1)(0, 1, 0)₁₂ à série de prêmios diretos.

ríodo correspondente a maio de 2011 a abril de 2012. Nota-se que as previsões refletem a componente sazonal típica do seguro agrícola, ou seja, valores mais altos nos meses de setembro, outubro e novembro – pico da contratação de seguro –, seguidos por um declínio abrupto, e, posteriormente, por um aumento, decorrente da contratação da safra de inverno.

A Tabela 6 apresenta as previsões para o período de maio de 2011 a abril de 2012 e os respectivos intervalos de confiança (95%).

Em valores anuais, somando o total arrecadado de prêmios de janeiro a abril e as previsões de maio a dezembro, os prêmios diretos acumulados de 2011 totalizam R\$ 661,3 milhões.

Dessa forma, seguindo o percentual médio de subvenção dos últimos 5 anos – de 50% – do total previsto em prêmios diretos para 2011, a metade deveria ser alocada ao PSR, ou seja, aproximadamente R\$ 331 milhões (Figura 6).

Nota-se que a estimativa de aporte de recursos orçamentários ao PSR é da ordem de R\$ 570 milhões, de acordo com o Plano Trienal do Seguro

Rural. Porém, o orçamento de 2011 prevê recursos de apenas R\$ 406 milhões. Assim, além dos atrasos no pagamento da subvenção para as seguradoras, no valor de R\$ 90 milhões, na safra 2009–2010 o governo volta a repetir o comportamento. Ou seja, do total gasto da subvenção de R\$ 198 milhões, ainda não foram pagos ao mercado R\$ 163 milhões. O atraso no pagamento dos recursos da subvenção, pela segunda vez, compromete sobremaneira a credibilidade do governo.

Existe uma grande possibilidade de que esse montante devido seja quitado com os recursos alocados para 2011. Dessa forma, do total de R\$ 406 milhões, seriam efetivamente utilizados pelos produtores rurais apenas R\$ 243 milhões, ou seja, um valor menor do que aquele utilizado em 2009 (quase R\$ 260 milhões). Conforme a previsão realizada pela modelagem, seriam necessários aproximadamente R\$ 331 milhões para uma arrecadação de prêmios da ordem de um pouco mais de R\$ 660 milhões. Considerando que a taxa média de prêmio do mercado, de 2005 a 2009, foi de 5%, pode-se concluir que, para esse montante de subvenção e de prêmios

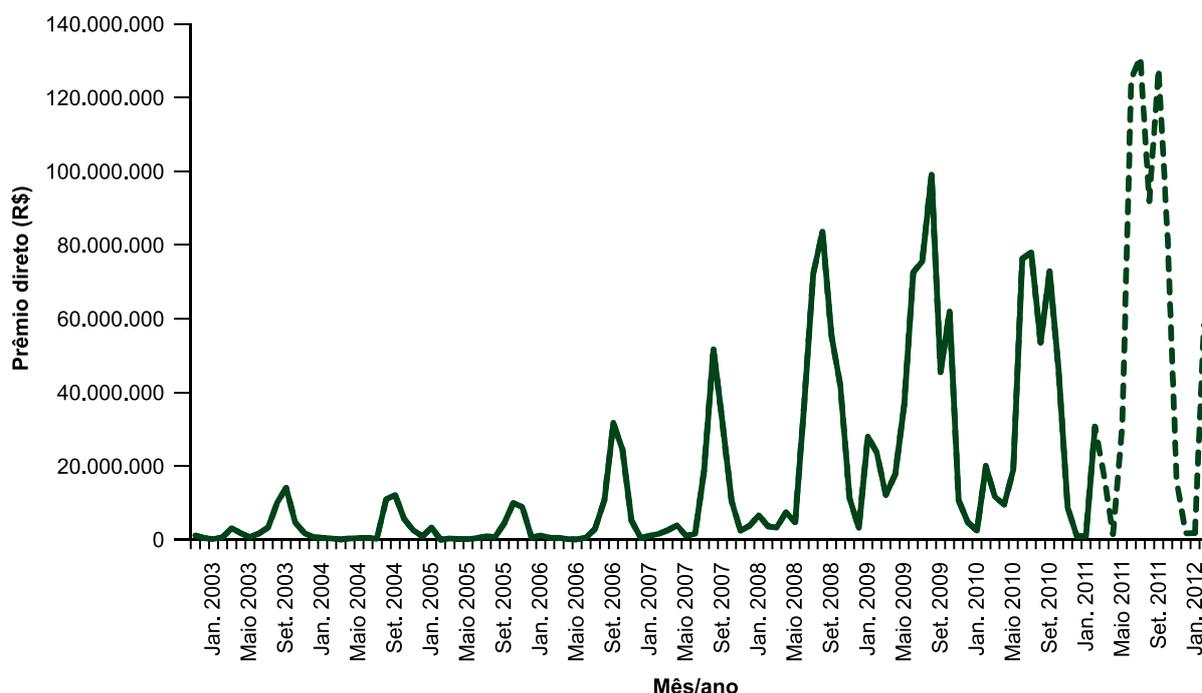


Figura 5. Prêmios diretos e previsões mensais do modelo SARIMA (1, 0, 1)(0, 1, 0)₁₂.

Tabela 6. Previsões e intervalo de confiança para as previsões com o modelo SARIMA (1, 0, 1)(0, 1, 0)₁₂.

Mês/ano	5%	Previsão	95%
Mai / 2011	939.302	17.604.660	86.916.087
Jun. / 2011	752.773	14.727.640	73.514.482
Jul. / 2011	1.477.833	30.026.037	151.302.728
Ago. / 2011	5.954.334	125.069.146	635.407.202
Set. / 2011	6.053.815	130.940.775	669.974.357
Out. / 2011	4.136.809	91.819.707	472.713.440
Nov. / 2011	5.625.398	127.740.240	661.186.067
Dez. / 2011	3.536.473	81.938.477	426.109.509
Jan. / 2012	675.340	15.928.009	83.171.852
Fev. / 2012	72.120	1.727.892	9.055.066
Mar. / 2012	75.538	1.835.087	9.647.164
Abr. / 2012	2.368.048	58.238.588	307.011.734

mios, o capital segurado total seria da ordem de R\$ 13,2 bilhões. Esse valor seria suficiente para segurar apenas 29% do crédito agrícola de custeio de 2010, no valor de R\$ 45 bilhões. Se, de fato, os recursos da subvenção forem limitados a

R\$ 243 milhões, o capital segurado pelo mercado será menor. Considerando o mesmo percentual de subvenção médio de 50%, o prêmio total arrecadado pelas seguradoras será da ordem de R\$ 486 milhões, e, com a mesma taxa de prêmio

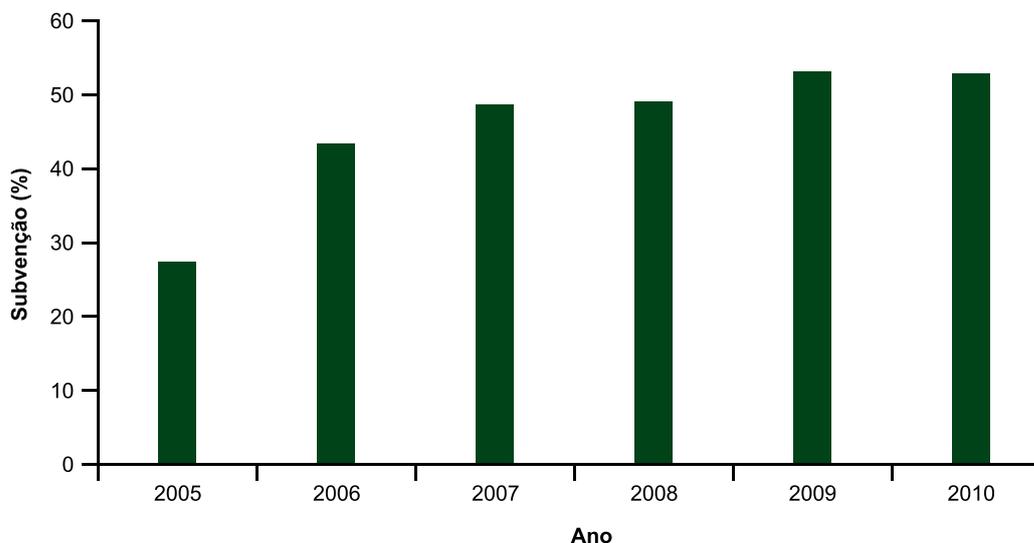


Figura 6. Percentual de subvenção do período de 2005 a 2010.

Fonte: Brasil (2011).

média do mercado, o capital segurado seria da ordem de R\$ 9,7 bilhões, ou seja, teria quase o mesmo valor do capital segurado de 2009.

Conclusão

Após a sanção da Lei nº 10.823/2003 (BRASIL, 2003), que criou o PSR, o mercado de seguro rural passou por mudanças significativas. A principal delas refere-se à relativa massificação do seguro agrícola em diversas regiões do País. Os resultados mostram que o PSR teve grande influência para o desenvolvimento do seguro agrícola. Antes do PSR, o total de prêmios não ultrapassava R\$ 50 milhões. Em 2009, esse valor alcançou R\$ 488 milhões. Porém, o descompasso entre o orçamento de recursos do PSR e a demanda efetiva inviabiliza o pleno desenvolvimento do mercado na medida em que a massificação do seguro depende da redução do prêmio. O que se observou nos últimos 2 anos é que a demanda por seguro com subvenção foi maior do que a expectativa do governo.

Este estudo sugere que metodologias estatísticas de previsão podem ser úteis para prever o montante de prêmios ganhos e, com isso, calcular um valor médio de subvenção. Os resulta-

dos mostram que o total de subvenção estimado pela modelagem para 2011 (R\$ 331 milhões) supera em quase R\$ 90 milhões os recursos liberados ao PSR, supondo-se que o total devido seja pago com o orçamento de 2011. Além disso, nas duas últimas safras, o mercado sofreu com os atrasos do pagamento das subvenções, pelo governo. Em 2009, a dívida foi de R\$ 90 milhões. Para resolver o problema, o Congresso Nacional aprovou um projeto de lei com recursos suplementares de R\$ 90 milhões; porém, os recursos do PSR somente podem ser utilizados para o pagamento daquelas apólices aprovadas no mesmo ano da liberação do recurso. Como não houve empenho do recurso até o final de 2009, as seguradoras não receberam o recurso suplementar para integralizar as operações de 30 mil produtores rurais. A solução foi utilizar os recursos orçados em 2010 para pagamento das dívidas de 2009. Para que o seguro não sofresse uma retração, o governo sancionou a Lei nº 12.241/2010 (BRASIL, 2010), em maio desse ano, que forneceu crédito suplementar de R\$ 90 milhões para recompor o orçamento do PSR. No segundo semestre de 2010, o governo novamente atrasou os pagamentos da subvenção, aumentando o descontentamento do mercado. Em 2011, o montante devido pelo governo às seguradoras,

da ordem de R\$ 163 milhões, até o mês de junho ainda não havia sido devidamente quitado.

Os sucessivos atrasos no repasse dos recursos da subvenção para as seguradoras deixam o mercado inseguro no momento da contratação. A consequência imediata é a perda de credibilidade do programa em um mercado caracterizado por poucas empresas interessadas em operar, em virtude do alto risco da atividade. Ademais, há retração da demanda, pois os produtores têm de arcar com o prêmio integral, sem a subvenção; sem contar que o alto custo do seguro inviabiliza sua contratação, e, sem seguro, o órgão financiador fica desprotegido ao realizar o empréstimo de custeio. Em última instância, o produtor rural decide por financiar sua lavoura com recursos próprios ou, então, arca com o alto custo do prêmio. Essa é exatamente a situação que o governo precisa evitar.

Referências

- BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, San Diego, v. 31, p. 307-327, 1986.
- BOX, G. E. P.; JENKIS, G. M. **Time series analysis: forecasting and control**. San Francisco: Holden-Day, 1976.
- BRASIL. **Decreto nº 7.059, de 29 de dezembro de 2009**. Aprova os percentuais e valores máximos da subvenção ao prêmio do seguro rural para o triênio 2010 a 2012. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D7059.htm>. Acesso em: 4 nov. 2010.
- BRASIL. **Decreto-lei nº 73, de 21 de novembro de 1966**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Seguros Privados, regula as operações de seguros e resseguros e dá outras providências. 1966. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0073.htm>. Acesso em: 20 mar. 2011.
- BRASIL. **Lei nº 10.823, de 19 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a subvenção econômica ao prêmio do Seguro Rural e dá outras providências. 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.823.htm>. Acesso em: 20 mar. 2011.
- BRASIL. **Lei nº 12.241 de 24 de maio de 2010**. Abre ao Orçamento Fiscal da União, em favor do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, crédito suplementar no valor de R\$ 90.000.000,00, para reforço de dotação constante da Lei Orçamentária vigente. 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12241.htm>. Acesso em: 20 mar. 2011.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Políticas Agrícolas/Seguro Rural**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/seguro-rural>>. Acesso em: 10 jan. 2008.
- CRYER, J. D.; CHAN, K. S. **Time series analysis with applications in R**. 2nd ed. Iowa: Springer Science+Business Media, 2008. 491 p.
- DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the estimation for auto-regressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, Alexandria, v. 74, n. 366, p. 427-431, 1979.
- DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, Princeton, v. 49, n. 4, p. 1057-1072, 1981.
- ENDERS, W. **Applied econometric time series**. New York: John Wiley & Sons, 2004. 433 p.
- ENGLE, R. F. Autorregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation. *Econometrica*, Princeton, v. 50, p. 987-1008, 1982.
- FULLER, W. A. **Introduction to statistical time series**. New York: John Wiley & Sons, 1976. 424 p.
- KALMAN, R. E. A new approach to linear filtering and prediction problems. *Transactions of the ASME: Journal of Basic Engineering*, New York, n. 82, p. 35-45, 1960.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. C. C. **Análise de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2006. 538 p.
- OZAKI, V. A. Uma digressão sobre o programa de subvenção ao prêmio do seguro rural e as implicações para o futuro do mercado do seguro rural. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, DF, v. 48, n. 4, p. 757-776, 2010.
- SUSEP. **Superintendência de Seguros Privados**. Disponível em: <<http://www.susep.gov.br/menuestatistica/SES/principal.aspx>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

Os vinte principais mercados para exportação agrícola no futuro^{1,2}

Benedito Rosa do E. Santo³
Márcio Luiz F. N. de Lima⁴
Cássio Bruno Sá de Souza⁵

Resumo – O objetivo deste trabalho é identificar e classificar quais serão os 20 maiores mercados mundiais importadores de produtos agrícolas e agroindustriais, bem como indicar os produtos brasileiros com maior potencial de exportação para cada um desses mercados. Para tanto, utilizou-se a lista dos 20 maiores importadores desses produtos, no ano de 2010, e aplicaram-se 11 indicadores de ordem econômica, financeira e social para se obter a classificação dos mercados mais interessantes como importadores. As fontes dos dados foram: Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro (Agrostat), Trade Statistics for International Business Development (Trade-map), World Economic Outlook Data Base, do Fundo Monetário Internacional, Doing Business, do Banco Mundial, e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud). Os resultados indicaram os 20 mais interessantes mercados mundiais para efeito de priorização das exportações dos mencionados produtos, no presente e no futuro, bem como os países para os quais as exportações brasileiras podem aumentar.

Palavras-chave: exportações agrícolas e agroindustriais, importações agrícolas, mercados agrícolas.

The main twenty largest markets worldwide to Brazilian products in the future

Abstract – The aim of this work is to identify and rank the world's twenty largest import markets of agricultural and agro-industrial products as well as to analyze the products which offer the most export potentiality in each of them. In order to do so, a list of the future 20 importers of these products during the year of 2010 was used, and eleven economic, financial and social indicators were applied in order to obtain a classification of the most interesting markets concerning imports. The data was collected from: Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro (Agrostat), Trade

¹ Original recebido em 22/11/2011 e aprovado em 28/11/2011.

² Os autores agradecem a Maricelia Nunes Gomes, assistente do Departamento de Assuntos Comerciais, pela preparação do texto e das tabelas.

³ Diretor do Departamento de Assuntos Comerciais da Secretaria de Relações Internacionais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). E-mail: benedito.rosa@agricultura.gov.br

⁴ Analista de comércio exterior da Secretaria de Relações Internacionais do Mapa. E-mail: marcio.lima@agricultura.gov.br

⁵ Assistente técnico do Departamento de Assuntos Comerciais da Secretaria de Relações Internacionais do Mapa. E-mail: cassio.souza@agricultura.gov.br

Statistics for International Business Development (Trademap), World Economic Outlook Data Base, from the International Monetary Fund, and Doing Business, of the World Bank and United Nations Program for Development (UNPD). The results were a list of the 20 most interesting world markets as a way to prioritize exports of the mentioned products both in the present and the future.

Keywords: agricultural and agroindustrial exports, agricultural imports, agricultural markets.

Introdução

Este artigo tem como objetivo contribuir com a discussão e a definição dos mercados e dos produtos prioritários para o comércio externo de produtos agrícolas e agroindustriais. O governo não tem um planejamento estratégico, e o setor privado, por sua vez, avança buscando oportunidades de negócios e entrando nos mercados que consegue. É da essência do empreendedor. É bom que assim seja. Os ministérios articulam e firmam diversos tipos de acordo, de natureza comercial, diplomática, e de sanidade animal e vegetal, ou ambiental. Entidades públicas e privadas realizam missões de promoção comercial, incluindo marketing e determinadas ações em termos de inteligência comercial. Contudo, não tem sido possível ordenar sistematicamente todo o espectro dessas iniciativas sob um planejamento articulado. O ideal seria montar um programa de ação que envolvesse estudos preliminares sobre os seguintes temas: a) mercado que se pretende alcançar, conforme a demanda presente e a futura dos produtos que se pretende exportar; b) avaliação estrutural e conjuntural da economia e da sociedade no contexto mundial; c) estratégias de entrada, de manutenção e de expansão de mercado; d) programação de acordos e missões políticas e comerciais; e e) criação de marketing dirigido.

Em passado distante, quando o Brasil era basicamente “comprado”, tudo isso era pouco relevante. A partir da segunda metade do século passado, a economia nacional diversificou-se, tornou-se mais complexa, e o mundo mais competitivo. O Brasil passou a disputar compradores, ou seja, tornou-se “vendedor”. Nesse novo cenário, o setor voltado para exportações ampliou-se, verticalizou-se e ganhou novos ramos na atividade econômica, em um contexto de

cadeias produtivas integradas e modernizadas. E mais: o êxito no mercado internacional passou a depender de mais eficiência, de menores custos, de agilidade para deslocar concorrentes e de adaptação versátil a mercados exigentes. Para tanto, faz diferença substancial a formulação e a atualização de política e estratégias externas direcionadas aos setores/produtos em relação aos mercados específicos. Evidentemente, há chances e oportunidades fortuitas, mas, definitivamente, o crescimento sustentado das exportações em longo prazo é incompatível com práticas do tipo voluntarismo de dirigentes, sorte, surtos de vendas, modismo, etc.

A expansão das vendas externas, que foi importante nos primeiros quatro séculos da história do Brasil, ascendeu, mais tarde, à categoria de “grande importância”, e recentemente galgou o patamar de recurso “imprescindível” para garantir o crescimento do emprego e da renda e a estabilidade da economia nacional. Alguns sub-setores, como açúcar, carne bovina e de aves, soja em grão e farelo de soja, café, couros, celulose e suco de laranja, construíram uma elevada capacidade produtiva, com grandes excedentes. Assim, as vendas externas são fundamentais para a colocação de parcela do volume produzido. No caso do café e do açúcar, o mercado externo absorve 65% da produção, 40% da de soja em grão e aproximadamente um terço da de algodão e carnes bovina e de frango. Em caso de forte retração na frente externa, os excedentes fluem para o mercado interno, desequilibrando oferta e demanda, com conseqüente queda brusca de preços, o que acarreta problemas variados, inclusive desinvestimentos e tudo o que isso implica. Ou seja, o bom desempenho das exportações é imprescindível para manter e acelerar o crescimento de inúmeros sub-setores da agricultura e da agroindústria nacional.

Que o comércio exterior é forjado sobre a base das vantagens comparativas é um postulado histórico de pouca controvérsia. Todavia, avanços e recuos dos países na configuração do xadrez do mercado internacional suscitam discussões sobre os papéis e a atuação do governo e da iniciativa privada no seu papel de planejar e concretizar a expansão comercial externa, superando deficiências estruturais e conjunturais.

Com efeito, os países não exportam, regularmente, os produtos que desejam, mas aqueles que conseguem. Nesse contexto, barreiras são erigidas intencionalmente para bloquear a entrada de determinados produtos. Os meios utilizados para isso são vários, em que pese a substancial contribuição dos acordos firmados no âmbito do Acordo Geral de Comércio e Tarifas (Gatt) e da Organização Mundial do Comércio (OMC) para disciplinar e fazer cumprir regras básicas no jogo do comércio internacional. A criatividade dos burocratas, aliada a novos pretextos – como o bem-estar dos animais, os exigentes padrões privados de certificação de produtos, ditados pelas redes de supermercados, os exageros com as barreiras ambientais, entre outros fatores –, tudo isso é posto em ação, mundo afora, por pressões de ordem econômica interna e também político-social. Não se pode, ademais, menosprezar a eficácia das grandes empresas multinacionais na abertura de mercados. Basta recordar que aproximadamente dois terços do comércio internacional fluem através dessas empresas, inclusive com a atuação de *tradings* eficientes para descobrir oportunidades e concretizar negócios, apesar das barreiras construídas internacionalmente para afastar os concorrentes.

É nesse cenário que o agronegócio brasileiro tem navegado, e com êxito considerável, mas que poderia ser maior, ou seja, proporcional ao seu enorme potencial produtivo. Maiores avanços dependem de muitos fatores, inclusive da redução dos principais gargalos do chamado “custo Brasil”, como infraestrutura precária, burocracia infernal e carga tributária excessiva. E esse avanço pode ser mais rápido e sustentável

se contarmos com um planejamento estratégico, fundado numa visão de futuro, que envolva estudos sistemáticos e ações coordenadas para entrar, manter ou expandir a presença dos nossos competitivos produtos agrícolas e agroindustriais nos mercados mais atraentes, a médio e a longo prazo.

Este trabalho inicia com uma abordagem de ordem geral, indicando os principais produtos de exportação e respectivos mercados. Nota-se um razoável grau de vulnerabilidade da balança comercial no que se refere a destinos das exportações e a eventuais oscilações na demanda de poucos produtos. Em seguida, o estudo busca identificar e classificar quais serão os 20 mercados mais promissores para o potencial exportador de produtos agrícolas e agroindustriais. Para tanto, foram aplicados 11 indicadores fundamentais para medir os mercados importadores, agrupados em três critérios: dimensionamento, dinamismo e acessibilidade de produtos agrícolas e agroindustriais. O período escolhido cobre o quinquênio 2006–2010.

O mercado em questão é enorme. Após os efeitos da crise de 2008, as exportações mundiais totais cresceram 14,5% em 2010, e, no mesmo ano, as importações agrícolas alcançaram US\$ 1 trilhão, segundo dados da *Trade-map* (2011). O estudo foi além da indicação dos futuros mercados e produtos prioritários para o Brasil: fez uma comparação entre os atuais 20 principais mercados de destino das exportações brasileiras e os potenciais 20 mercados mais atraentes ou estratégicos. Em decorrência disso, constatou-se que sete entre os que serão os maiores mercados compradores não estavam entre os principais destinos das exportações brasileiras; e que, em outros nove mercados, o Brasil teve participação inferior a 4,2% do que cada país importa do mundo desses produtos estudados. À parte, este trabalho também indicou com quais produtos o Brasil teria mais potencial para entrar ou aumentar sua participação em cada um dos 16 países mencionados.

Produtos exportados e respectivos mercados

Durante as últimas décadas, a soja e derivados reinaram absolutos, como o principal item da pauta de exportação de produtos agrícolas. Nos últimos anos, porém, passaram a disputar a primeira posição com o grupo das carnes. Com efeito, o novo patamar em quantidade exportada de carnes reflete o crescimento da demanda mundial e, no plano interno, a expansão e a modernização tecnológica e empresarial da pecuária e da indústria frigorífica. Os dados da Tabela 1 indicam que a soma de soja, e seus produtos, com o setor sucroalcooleiro correspondeu a 43% do total exportado em produtos agrícolas e agroindustriais. Quando se agregou o grupo carnes, os produtos da silvicultura e o café, formou-se um conjunto que correspondeu

a 75% do valor total das exportações, no ano 2010.

Há algumas décadas, a pauta das exportações agrícolas brasileiras vem-se diversificando gradualmente. Tomem-se, a título de exemplo, os produtos da silvicultura (como madeira processada industrialmente, pasta de madeira e seus derivados para a construção civil e a siderurgia), que estão à frente de produtos tradicionais, como o café e o suco de laranja.

Em suma, é desejável uma maior diversificação dos produtos exportáveis, não apenas pela estabilidade nas vendas, como também pela ativação de setores produtivos importantes do ponto de vista econômico regional e de emprego.

No que concerne a destinos das exportações, também há certa vulnerabilidade.

Tabela 1. Exportações agrícolas e agroindustriais por produto, de 2006 a 2010, em US\$ milhões.

Produtos	2006	2007	2008	2009	2010	Part. (%) 2010
Soja e seus produtos	9.311	11.386	17.986	17.251	17.115	24%
Açúcar e álcool	7.772	6.578	7.873	9.716	13.776	19%
Carnes	7.991	9.976	12.612	10.125	11.872	16%
Produtos da silvicultura ⁽¹⁾	4.956	5.692	6.138	4.663	6.335	9%
Café e seus produtos	3.364	3.894	4.766	4.282	5.767	8%
Fumo e seus produtos	1.752	2.262	2.752	3.046	2.763	4%
Milho	482	1.919	1.405	1.302	2.216	3%
Sucos de fruta	1.570	2.374	2.152	1.752	1.925	3%
Frutas	700	915	966	821	875	1%
Algodão	338	507	696	685	822	1%
Subtotal	38.236	45.503	57.346	53.643	63.466	88%
Outros produtos agrícolas / agroindustriais ⁽²⁾	5.738	7.487	9.232	7.192	8.615	12%
Total agrícola / agroindustriais	43.974	52.990	66.578	60.835	72.081	100%

⁽¹⁾ Exceto móveis de madeira, obras de marcenaria ou carpintaria e papel.

⁽²⁾ Exceto confecções.

Fonte: Agrostat (2011).

A Tabela 2 mostra que nossas exportações são concentradas em dois mercados – UE e China (incluída a sua região administrativa Hong Kong) –, os quais absorveram 46% do valor médio das vendas externas do agronegócio brasileiro, no quinquênio em questão. Vale ressaltar que três dos cinco maiores importadores de produtos brasileiros (EUA, UE e Japão) estão entre os que apresentaram o menor crescimento relativo das importações originárias do Brasil, no período estudado, como se pode deduzir da Tabela 2. Esses mercados são os maiores importadores de produtos agrícolas do mundo. Aparentemente, nossas prioridades de negociação se

direcionaram a outros mercados, aproveitando oportunidades, mas também os negócios foram incentivados pela prioridade governamental na relação Sul-Sul, ou, então, pelo viés ideológico terceiro-mundista.

Identificação dos mercados mais importantes no futuro

Os países que atualmente constituem o bloco dos 20 maiores importadores de produtos agrícolas e agroindustriais foram classificados segundo três critérios: a dimensão, o ritmo de crescimento e o grau de acessibilidade.

Tabela 2. Evolução das exportações agrícolas e agroindustriais para os 16 maiores mercados, de 2006 a 2010, em US\$ milhões.

País	2006	2007	2008	2009	2010	Média
União Européia – 27	14.675	19.556	22.445	17.972	19.335	18.797
China (Hong Kong)	4.623	5.892	9.477	10.563	12.434	8.598
Estados Unidos	4.957	4.719	4.987	3.638	4.549	4.570
Rússia	3.127	3.368	4.163	2.770	4.042	3.494
Japão	1.442	1.727	2.417	1.769	2.348	1.941
Venezuela	556	986	2.259	1.474	2.047	1.464
Irã	1.375	1.547	911	1.092	2.061	1.397
Arábia Saudita	821	965	1.407	1.486	1.939	1.324
Coreia do Sul	636	843	1.012	1.297	1.449	1.047
Emirados Árabes Unidos	707	786	741	1.121	1.189	909
Egito	797	650	738	742	1.311	848
Tailândia	470	556	902	805	1.046	756
Índia	147	243	324	1.785	1.149	730
Indonésia	293	413	499	706	1.155	613
Argélia	380	416	538	640	783	551
Argentina	436	558	646	533	698	574
Subtotal	35.442	43.226	53.465	48.393	57.535	47.612
Demais países	8.532	9.764	13.113	12.442	14.546	11.679
Total	43.974	52.990	66.578	60.835	72.081	59.291

Fonte: Agrostat (2011).

O primeiro indicador do primeiro critério é o valor médio das importações de produtos agrícolas e agroindustriais, observado no quinquênio compreendido entre 2006 e 2010. Na Tabela 3, os 20 mercados estão ordenados de forma decrescente, segundo o valor das importações dos mencionados produtos. Não é demasiado lembrar que a União Europeia e os Estados Unidos da América são os maiores compradores de produtos agrícolas, além de serem grandes exportadores. A UE-27 importou do mundo um valor médio anual de US\$ 149 bilhões em produtos agrícolas, no período em questão, seguida pelos EUA, com US\$ 107 bilhões. Bem mais abaixo, vem o maior importador líquido de alimentos do mundo, o Japão, com US\$ 70 bilhões. O quarto maior importador no período foi a China, com US\$ 69 bilhões de valor médio anual. Canadá, Rússia, México e Coreia do Sul constituem um grupo de grandes importadores num patamar inferior, mas com valores bastante significativos, ou seja, num intervalo de US\$ 20 bilhões a US\$ 28 bilhões. Os demais 12 países do conjunto dos 20 maiores importadores mundiais são compradores importantes, embora estejam bem abaixo dos mais destacados, posicionando-se na faixa de US\$ 6 bilhões a US\$ 12 bilhões anuais, em média.

O segundo indicador do primeiro critério é o tamanho da população de cada um daqueles países. É óbvia a importância desse dado para dimensionar a demanda por alimentos e produtos agrícolas em geral.

O terceiro indicador utilizado foi a capacidade geral de compra do país, retratada pelo PIB, medido pela paridade do poder de compra (PPP, na sigla em inglês).

Esses três indicadores, aplicados simultaneamente, nos permitem visualizar, com razoável segurança, o tamanho de cada um dos 20 maiores mercados, atualmente e no futuro, e delinear um primeiro ranking.

Acrescentou-se um quarto indicador com o objetivo de acrescentar a dimensão social.

Trata-se do índice de desenvolvimento humano (IDH), elaborado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud). Isoladamente não contribui muito, mas, se relacionado com o tamanho e o ritmo de crescimento da população e do PIB, representa um fator relevante para indicar quão atrativo será um mercado para produtos como alimentos e roupas. E mais: pode-se afirmar que, no caso dos países em desenvolvimento com alto índice de crescimento do PIB, baixa renda per capita e IDH baixo, a estratégia para vender produtos agroindustriais é a de acessar o mercado antes dos concorrentes, para ocupar espaços crescentes nesse mercado consumidor. Contudo, para aqueles países com IDH superior a 0,80 e alta renda per capita, a estratégia deve ter como tônica o deslocamento de fornecedores, internos ou externos, que ocupam esses mercados já abastecidos, e com alto poder aquisitivo.

O segundo critério utilizado complementa o primeiro. Trata-se do ritmo de crescimento de cada um desses mercados, já classificados pela sua dimensão. Os dados da Tabela 4 acrescentam dinamismo às dimensões de cada mercado indicado na tabela anterior, o que ajuda a traçar uma visão de futuro. A classificação dos países segundo os três indicadores utilizados – correspondentes ao aumento do PIB no quinquênio, das variações percentuais e do valor dessas importações – mostra a China como o país que apresenta o maior ritmo de expansão, seguida pela Índia e pela Indonésia. Na primeira coluna dessa mencionada tabela, observa-se que os países em desenvolvimento ocupam as 13 primeiras posições em termos de crescimento do PIB, à exceção da Austrália; e seis países desenvolvidos estão entre aqueles cujo PIB menos cresceu no período. E não há surpresa quando se confere o fato de que os países que mais aumentaram as compras em termos de valor, durante o período (como se comprova na terceira coluna dessa mesma tabela), foram os países de maior dimensão de mercado, embora com ritmo bem inferior de crescimento do PIB. O fato de terem tido baixo ritmo de crescimento do PIB, como é o caso

Tabela 3. Ranking dos países segundo a dimensão do mercado agrícola⁽¹⁾.

Valor das Importações		População		GDP-PPP		IDH	
País	(méd. 2006/2010) US\$ bilhões (Trademap)	País	Milhões/2010 (FMI)	País	US\$ bilhões/2010 (FMI)	País	2010 (Unctad/UN)
	UE-27						
EUA	107	Índia	1.199	EUA	14.527	Indonésia	0,58
Japão	70	UE-27	498	China (Hong Kong)	10.447	Tailândia	0,64
China (Hong Kong)	69	EUA	307	Japão	4.324	China (Hong Kong)	0,64
Canadá	28	Indonésia	232	Índia	4.058	Argélia	0,66
Rússia	29	Rússia	142	Rússia	2.231	Turquia	0,67
México	21	Japão	128	México	1.565	Rússia	0,71
Coreia do Sul	20	México	108	Coreia do Sul	1.466	Arábia Saudita	0,74
Arábia Saudita	12	Turquia	71	Canadá	1.334	México	0,74
Suíça	11	Tailândia	67	Indonésia	1.033	Malásia	0,74
Taiwan	10	Coreia do Sul	49	Turquia	969	UE-27	0,83
Malásia	11	Argélia	35	Austrália	884	Cingapura	0,84
Índia	10	Canadá	34	Taiwan	825	Suíça	0,87
Indonésia	10	Malásia	28	Arábia Saudita	623	Coreia do Sul	0,87
Austrália	9	Arábia Saudita	26	Tailândia	589	Japão	0,88
Cingapura	9	Taiwan	23	Malásia	417	Canadá	0,89
Tailândia	8	Austrália	22	Suíça	327	EUA	0,90
Turquia	9	Suíça	8	Cingapura	293	Austrália	0,93
Noruega	7	Cingapura	5	Noruega	255	Taiwan	0,93
Argélia	6	Noruega	5	Argélia	252	Noruega	0,94
Brasil	7	Brasil	191	Brasil	2.179	Brasil	0,69

⁽¹⁾ Último dado disponível de 2007.

Fonte: FMI (2011), Pnud (2010) e Trademap (2011).

Tabela 4. Ranking dos países segundo o ritmo de crescimento do mercado agrícola.

Δ PIB		Δ das importações agrícolas		Δ das importações agrícolas		Δ IDH	
País	% (2006/2010) (FMI)	País	% (2006/2010) (Comtrade/UN)"	País	Valor (2006/2010) US\$ Milhões (Comtrade/UN)	País	% 2006/2010 (Unctad/UN)
China (Hong Kong)	60,5	China (Hong Kong)	120,95	China (Hong Kong)	53.427	China (Hong Kong)	5,74
Índia	47,6	Indonésia	108,55	UE-27	32.308	Índia	5,70
Cingapura	34,8	Índia	93,74	Rússia	13.480	Indonésia	5,63
Indonésia	34,5	Turquia	85,10	Japão	10.448	Argélia	3,20
Malásia	26,5	Malásia	83,18	Canadá	8.072	Rússia	2,71
Taiwan	24,8	Rússia	64,09	Indonésia	6.916	Tailândia	2,67
Coreia do Sul	23,1	Tailândia	60,41	Coreia do Sul	6.417	Coreia do Sul	2,21
Tailândia	21,9	Cingapura	57,95	Malásia	6.211	Turquia	2,11
Austrália	20,1	Austrália	55,04	EUA	6.118	Arábia Saudita	2,04
Argélia	19,9	Coreia do Sul	39,60	Índia	5.999	México	2,04
Arábia Saudita	19,2	Noruega	38,07	Turquia	4.861	Malásia	1,78
Rússia	17,8	Taiwan	37,33	México	4.558	Cingapura	1,68
Turquia	17,5	Suíça	35,60	Austrália	3.921	Austrália	0,97
Suíça	14,7	Canadá	34,55	Cingapura	3.832	UE-27	0,94
México	11,1	UE-27	26,50	Tailândia	3.831	Japão	0,80
Canadá	11,0	México	26,11	Taiwan	3.221	Canadá	0,57
Noruega	9,7	Argélia	16,94	Suíça	3.140	EUA	0,56
UE-27	8,9	Japão	16,17	Noruega	2.067	Noruega	0,43
EUA	8,6	Arábia Saudita	13,69	Arábia Saudita	1.363	Suíça	0,11
Japão	6,0	EUA	5,84	Argélia	774	Taiwan	ND
Brasil	28,1	Brasil	99,78	Brasil	4.468	Brasil	2,64

Fonte: FMI (2011), Pnud (2010) e Trademap (2011).

do Canadá, do Japão e da UE-27, não impediu esses países de apresentar as maiores taxas de aumento em valor das importações agrícolas e agroindustriais. Já em termos percentuais, ou seja, no ritmo de crescimento, os oito que mais incrementaram as compras foram, todos eles, os países chamados emergentes.

O quarto indicador refere-se ao crescimento do IDH, o qual contribui para a avaliação de quanto tem aumentado a incorporação de novos contingentes de consumidores de produtos essenciais, como o são os alimentos. Outra vez, o ritmo mais rápido é ocupado por 12 países emergentes.

Por último, o terceiro critério é o grau de acessibilidade a cada mercado para a efetivação das importações. Os três indicadores usados constam da Tabela 5, sendo o primeiro o índice de facilitação para a realização de comércio internacional, atualizado e divulgado periodicamente pelo Banco Mundial (Doing Business). Esse ótimo trabalho do Banco Mundial permitiu extrair, da classificação geral dos países, as suas posições e repeti-las na mesma ordem, de modo a manter uma comparação útil entre elas. Observa-se que os sete mercados mais complicados para a realização de comércio exterior, conforme a classificação da mencionada tabela, correspondem aos países em desenvolvimento. Nas primeiras posições, estão os países desenvolvidos. Não por acaso.

O segundo indicador ajuda a perceber a capacidade de um país produzir e competir no comércio internacional de produtos agrícolas. A título de exemplo, pode-se constatar, na mesma Tabela 5, que a relação entre importações e exportações nos casos da Argélia e Japão mostram que, para cada dólar que esses países exportaram, no quinquênio, outros 56 e 16,7 dólares, respectivamente, foram gastos com as compras de produtos agrícolas e agroindustriais oriundos do exterior. Ou seja, esses são os países do bloco com menos capacidade de competir no comércio agrícola e, portanto, vale a pena investir com persistência para entrar e consolidar posição nesses mercados. Outros países com índices elevados são a Arábia Saudita, a Coreia do Sul, Taiwan e a Rússia, francamente deficitários no comércio agrícola, contrastando com aqueles cujo índice está abaixo de 1.

O terceiro indicador nesse critério foi a tarifa média aplicada sobre as importações dos referidos produtos, incluindo as tarifas *ad valorem* e a específica (que foi *ad valorizada* para permitir a soma de ambas). O corte, para efeito de cálculo, foram as tarifas superiores a 10%. Isso porque, em geral, esse patamar não chega a impedir o comércio, e a existência de um número enorme de produtos de pouca relevância abaixo desse percentual dificulta a elaboração

das conclusões. Ademais, pôde-se perceber a influência negativa dos picos tarifários proibitivos sobre as importações. Teoricamente, a tarifa reflete a atitude franca dos países em relação à abertura comercial. O índice médio tarifário permite ilações interessantes. Por exemplo, que a Noruega, a Coreia do Sul, a Suíça, a Turquia e a Índia, países que praticam tarifas médias superiores a 37%, não estão predispostos a abrir seus mercados. Portanto, o aumento das exportações dependerá da celebração de acordos comerciais, para contornar os níveis proibitivos de tarifas. No outro extremo, Cingapura e Austrália não colocam essa barreira específica para dificultar importações agrícolas, o que traduz, em geral, uma atitude prévia positiva quanto à abertura de mercado, e, portanto, predisposição para o comércio internacional.

Ranking dos 20 principais mercados segundo os 11 indicadores aplicados

A Tabela 6 apresenta uma compilação dos dados apurados, ou seja, o quadro geral resultante dos indicadores que mediram a dimensão e as características básicas do mercado, o crescimento da riqueza da população, o volume importado, o ritmo do crescimento dessas compras, o desenvolvimento social e o grau de acessibilidade dos mercados. O número que está na confluência do país (na horizontal) com cada indicador selecionado (na vertical) corresponde à posição desse mercado numa escala ordinal de 1 a 20, que se obteve na comparação dentro de cada indicador (e que veio de cada tabela apresentada anteriormente). Assim, quanto menor a “nota” num determinado item dessa escala, melhor aquele mercado está posicionado, em comparação com os demais. Por exemplo, a China é a mais bem posicionada em cinco indicadores. Dessa forma, a soma das posições de cada país (listadas na horizontal) em todos os indicadores perfaz um total que, quanto menor, mais interessante o é, para efeito de potencialidade de importações. A Tabela 7 indica o resultado final dessas somas, classificando os mais importan-

Tabela 5. Ranking dos países segundo a abertura do mercado agrícola.

Facilitação de comércio		M Agrícolas/X Agrícolas		Tarifa média acima de 10% (AVE)	
País	Índice (Doing Business - Banco Mundial)	País	(média 2006/2010) Comtrade-UN	País	Tarifa dos produtos mais exportados (OMC)
Cingapura	1	Argélia	56,2	Austrália	0,0
EUA	4	Japão	16,7	Cingapura	0,0
Canadá	8	Arábia Saudita	9,5	Taiwan	15,4
Austrália	9	Coreia do Sul	4,6	China (Hong Kong)	22,9
Arábia Saudita	13	Taiwan	3,6	Indonésia	24,2
Coreia do Sul	19	Rússia	2,0	Argélia	29,1
Japão	15	Suíça	1,6	México	37,5
Tailândia	12	China (Hong Kong)	1,6	Arábia Saudita	40,0
Malásia	23	Cingapura	1,5	Índia	40,5
Suíça	21	UE-27	1,3	Tailândia	40,8
México	51	México	1,3	UE-27	54,4
UE-27	41	EUA	1,0	Coreia do Sul	55,2
Taiwan	46	Noruega	0,9	Rússia	65,9
Turquia	73	Turquia	0,8	Turquia	69,0
China + Hong Kong	89	Canadá	0,6	Canadá	75,6
Noruega	10	Índia	0,6	EUA	78,1
Indonésia	122	Malásia	0,5	Japão	80,5
Rússia	120	Indonésia	0,5	Suíça	150,2
Índia	133	Austrália	0,4	Noruega	179,7
Argélia	136	Tailândia	0,4	Malásia	387,4
Brasil	129	Brasil	0,1	Brasil	14,9

Fonte: Doing Business (2011), Trademap (2011) e WTO (2011).

tes mercados compradores de produtos agrícolas e agroindustriais no futuro. Outros analistas poderiam acrescentar ou subtrair alguns dos 11

indicadores utilizados ou, então, atribuir pesos diferentes entre eles, o que poderia alterar a posição ordinária de alguns países.

Tabela 6. Pontuação dos países segundo os indicadores.

País	Dimensão de Mercado				Ritmo de Crescimento de Mercado			Grau de Abertura de Mercado			Somatório dos indicadores	
	Valor das M Agronegócio (médi. 2006/2010) US\$ bilhões	População (milhões/2010)	PIB (GDP-PPP) US\$ bilhões/2010	IDH (2010)	Cresc. médio do PIB (2006/10)	Variação % Importações agrícolas (2006/2010)	Variação importações agrícolas (2006/2010) US\$ Milhões	Δ% IDH 2006/2010	Facilitação comércio internacional (fonte)	M Agr/X Agr (média 2006/2010)		% Tarifa média aplicada no agronegócio
China (Hong Kong)	4	1	3	3	1	1	1	1	16	8	17	56
Indonésia	13	5	10	2	4	2	6	3	18	2	16	81
Rússia	5	6	6	7	12	6	3	5	17	9	8	84
Índia	14	2	5	1	2	3	10	2	19	18	12	88
Coreia do Sul	8	11	8	13	7	10	7	7	9	10	9	99
UE-27	1	3	1	11	18	15	2	14	12	12	10	99
Malásia	11	14	16	8	5	5	8	11	11	11	1	101
Turquia	16	9	11	6	13	4	11	8	15	7	7	107
EUA	2	4	2	17	19	20	9	17	2	16	5	113
Japão	3	7	4	15	20	18	4	15	8	17	4	115
Canadá	6	13	9	16	16	14	5	16	3	15	6	119
Tailândia	18	10	15	3	8	7	15	6	6	20	11	119
México	7	8	7	8	15	16	12	9	14	13	14	123
Arábia Saudita	9	15	14	8	11	19	19	9	7	3	13	127
Cingapura	17	19	18	12	3	8	14	12	1	4	19	127
Suíça	10	18	17	13	14	13	17	19	10	7	3	141
Argélia	20	12	20	5	10	17	20	4	20	1	15	144
Austrália	15	17	12	18	9	9	13	13	4	19	19	148
Taiwan	12	16	13	19	6	12	16	20	13	5	18	150
Noruega	19	20	19	20	17	11	18	18	5	6	2	155

O quadro geral traz algumas surpresas. Nada especial na colocação da China na primeira posição, como o maior comprador no futuro – os indicadores técnicos confirmam a expectativa geral. Noutras, há surpresas, sim. Por exemplo, o leitor provavelmente não elegeria a Indonésia como o segundo país mais bem posicionado, nem mesmo a Malásia ou a Turquia para ocupar o sétimo e o oitavo lugar, respectivamente. O ranking chama a atenção para a posição dos três maiores importadores no quinquênio 2006–2010, que cairão para sexto, nono e décimo lugares, apesar de continuarem grandes mercados importadores.

Tabela 7. Classificação dos países mais importantes para as exportações agrícolas e agroindustriais.

País	Somatório dos indicadores
China (Hong Kong)	56
Indonésia	81
Rússia	84
Índia	88
Coreia do Sul	99
UE-27	99
Malásia	101
Turquia	107
EUA	113
Japão	115
Canadá	119
Tailândia	119
México	123
Arábia Saudita	127
Cingapura	127
Suíça	141
Argélia	144
Austrália	148
Taiwan	151
Noruega	154

Os 20 mais importantes mercados do mundo em face dos 20 principais destinos das exportações brasileiras de produtos agrícolas e agroindustriais

A seguir, confrontou-se a lista dos 20 países mais importantes importadores do mundo no futuro com a lista dos 20 principais destinos atuais das exportações brasileiras dos referidos produtos. A Tabela 8 mostra o resultado dessa comparação. Constata-se que sete mercados, entre os 20 mais importantes, não estão entre os 20 principais mercados para os quais o Brasil exportou em 2010. Logo, nossos concorrentes estão ocupando esses sete grandes e atrativos mercados.

Tabela 8. Comparação entre os mercados prioritários e os de destino das exportações.

20 maiores destinos das exportações brasileiras agrícolas e agroindustriais	Sete países prioritários fora dos principais destinos
União Européia - 27	Turquia
China (Hong Kong)	México
Estados Unidos	Cingapura
Rússia	Suíça
Japão	Austrália
Venezuela	Taiwan
Irã	Noruega
Arábia Saudita	
Coreia do Sul	
Emirados Árabes Unidos	
Egito	
Tailândia	
Índia	
Indonésia	
Argélia	
Argentina	
Canadá	
África do Sul	
Malásia	
Nigéria	

Outro cruzamento interessante identificou 11 países entre os 20 maiores mercados nos quais a presença brasileira é muito pequena no total das importações dos produtos agrícolas e agroindustriais. Nota-se, na Tabela 9, que a participação do Brasil, nesses casos, varia de 0,7% a 4,2% do total importado. O leitor reparou que aí estão dois megamercados compradores: o Japão e os EUA. Essa constatação evidencia o fato de que o espaço ocupado naqueles mercados não corresponde às nossas possibilidades. Por certo, uma das razões decorre de falha de direcionamento das exportações. Mas há outras razões: a insuficiência de conhecimentos detalhados sobre os mercados nos quais o Brasil pode e deve aumentar sua participação, e a falta de acordos e ações articuladas e objetivas por parte do gover-

no e do setor privado. Todavia, registre-se o bom posicionamento do Brasil no primeiro, no terceiro e no sexto mais interessante mercado do futuro, isto é, a China, a Rússia e a União Europeia.

Os acordos firmados ao final da Rodada do Uruguai e a instituição da Organização Mundial do Comércio (OMC) melhoraram muito, mas não foram suficientes para garantir o fluxo livre no comércio internacional. A reação dos países para garantir melhor acesso está sendo buscada por intermédio de acordos bilaterais, compatíveis com os multilaterais. Existem mais de 300 acordos comerciais vigentes ou em negociação registrados na OMC. O Brasil, preso ao Mercosul, não conseguiu firmar nenhum acordo de livre comércio de importância. Diversos con-

Tabela 9. Participação dos produtos agrícolas e agroindustriais brasileiros nos principais mercados (US\$ milhões).

País	Importações totais média 2006/2010	Importações do Brasil média 2006/2010	Participação (%)
México	20.807	148	0,7
Austrália	9.377	185	2,0
Canadá	27.933	727	2,6
Japão	70.499	2.259	3,2
Suíça	10.955	378	3,5
Cingapura	8.650	304	3,5
EUA	106.722	4.006	3,8
Taiwan	10.170	385	3,8
Malásia	10.550	439	4,2
Coreia do Sul	20.008	1.040	5,2
Noruega	7.002	380	5,4
Algeria	6.245	520	8,3
Tailândia	8.419	894	10,6
Arábia Saudita	11.159	1.216	10,9
China (HK)	60.147	7.000	11,6
Rússia	29.150	3.500	12,0
UE-27	148.802	18.469	12,4

Fonte: Trademap (2011).

correntes do Brasil já celebraram importantes acordos, como é o caso do México, do Chile, da Coreia do Sul, além de alguns países da América Central e da União Europeia.

Os referidos acordos no âmbito da OMC representaram um avanço considerável na regulamentação de aspectos não tarifários. Porém, os instrumentos criados dão margem a usos e abusos que perturbam o comércio. As barreiras técnicas têm sido usadas em excesso para bloquear as importações, tanto como defesa contra a concorrência estrangeira quanto como forma de retaliação.

As alternativas são várias. As mais usuais são os condicionantes de natureza sanitária ou fitossanitária (SPS). Mas também se recorre a requisitos técnicos do produto (TBT), a ambientais e até mesmo a sociais.

As barreiras utilizadas em SPS podem ser contornadas parcialmente por meio de certificados de sanidade, na falta de acordos. Assim, as importações podem ser autorizadas por grupo de produtos, como se observa na Tabela 10. Como se vê, é impossível ordenar os países em questão segundo esse critério. Essa foi a razão de tê-lo excluído como um provável décimo segundo indicador no quadro geral, e de se ter decidido por analisá-lo à parte. A referida tabela indica quais, entre os 11 países selecionados, têm acesso fechado ou restrito em virtude da existência (ou não) de acordos referentes às questões de SPS. Como se observa, o Brasil tem dificuldade de acesso a quase todos, salvo para aqueles produtos listados para os quais há certificados específicos que permitem sua entrada.

Conclusão

A despeito da diversificação das exportações brasileiras de produtos agrícolas e agroindustriais nas últimas décadas, os números sobre as vendas externas mostrados nas tabelas iniciais deste artigo evidenciam que há uma certa vulnerabilidade em termos de universo de produtos exportados e de destino das exportações. Cumpre,

então, investir na diversificação da clientela +e também na dos produtos, de modo a evitar que problemas isolados, provocados por um grande cliente ou por um dos produtos-chave, possam desencadear crises na produção nacional.

O estudo indicou quais serão os 20 mercados mais importantes do mundo em matéria de importação de produtos agrícolas e agroindustriais. A contribuição que se pretende é apresentar uma classificação com base em critérios consistentes, de caráter econômico e social, e não por mero desempenho conjuntural ou juízo de valor. Ademais, a amplitude e a consistência técnica dos indicadores utilizados induzem à conclusão de que os países mais bem classificados não apenas são muito importantes hoje, mas também continuarão a ser futuro.

Não se propõe o estabelecimento de uma rígida e direta correlação entre melhor posição no ranking e prioridade para efeito de programação de ações específicas para promover exportações. Isso porque outras variáveis, como as de índole política ou interesses mais fortes em alianças regionais, também condicionam a definição das prioridades. Isso ajuda a explicar por que determinados países – como Noruega, Canadá, Austrália e México –, que teoricamente deveriam constar da lista, não estavam no quadro de grandes importadores do Brasil. Por seu turno, os indicadores e os cruzamentos efetivados mostraram que sete dos 20 países mais importantes não estão entre os 20 principais mercados de destino das exportações nacionais dos produtos em questão, no período estudado. Deveriam estar. E apontaram também que a presença brasileira é inexpressiva em outros nove dos 20 maiores mercados importadores de produtos agrícolas e agroindustriais. Outros países exportadores concorrentes estão ocupando esses grandes e atraivos mercados. Pelo menos no que concerne a diversos casos, pode-se afirmar que se trata de falha no foco. Se alguns mercados, como China, Indonésia, Rússia, Índia e EU, serão grandes importadores de setores importantes na pauta de exportações do Brasil, em especial para a agricultura e a agroindústria (que afinal representam

Tabela 10. Principais entraves às exportações para os 11 países selecionados.

País	Acordos comerciais		Prod. origem animal		Prod. origem vegetal		Entrave
	Ac. sanidade animal	Ac. sanidade vegetal	Ac. sanidade animal	Ac. sanidade vegetal	Ac. sanidade animal	Ac. sanidade vegetal	
México	Sim (ACE n° 53)	Sim	Carne processada de bovino e derivados do leite	Sim	Carne processada de bovino e derivados do leite	Carne processada de bovino e derivados do leite	San/fit e tarifário
Turquia	Sim (SGP)	Não (Certificado Sanitário Internacional)	Carne de bovino e de aves in natura	Não	Carne de bovino e de aves in natura	Coco, banana, café, arroz, soja e óleo de milho	San/fit e tarifário
Cingapura	Não	Não (Certificado Sanitário Internacional)	Carne de aves, de bovino e de suíno in natura	Não	Carne de aves, de bovino e de suíno in natura	Feijão, castanha-de-caju, frutas (tangerina e maçã), café, pimenta, arroz e óleo de soja	San/fit
Suíça	Sim (SGP)	Sim	Carnes e miúdos de aves, de bovino e de equídeo in natura, e gelatinas	Sim	Carnes e miúdos de aves, de bovino e de equídeo in natura, e gelatinas	Tomate, castanha-de-caju, banana, figo, abacate, manga, laranja, limão, mamão, morango, pimenta, milho, arroz e farinha	San/fit e tarifário
Austrália	Não	Em negociação	Não há	Não	Castanha de caju, outras frutas secas e congeladas, café	Castanha de caju, outras frutas secas e congeladas, café	San/fit
Canadá	Sim (SGP)	Sim	Carne de aves in natura e de bovino processada	Sim	Carne de aves in natura e de bovino processada	Frutas (melão, mamão, banana, manga e abacate), beterraba, feijão, castanha-do-pará e de caju, café, milho, outras frutas secas, aveia.	San/fit e tarifário
Japão	Sim (SGP)	Sim	Carnes de aves e de equídeos in natura e de bovinos e de suíno processadas e pescados	Sim	Carnes de aves e de equídeos in natura e de bovinos e de suíno processadas e pescados	Beterraba, cogumelo, pimenta, feijão, castanha-do-pará e de caju, banana, manga, outras frutas secas, café, pimenta, aveia, milho	San/fit e tarifário
EUA	Sim (SGP)	Sim	Carne processada e derivados do leite	Sim	Carne processada e derivados do leite	Frutas (manga, banana, tangerina, laranja, melão, mamão e limão), castanha-de-caju, pimenta	San/fit e tarifário
Indonésia	Não	Não (Certificado Sanitário Internacional)	Gelatina	Não	Gelatina	Farelo de soja	San/fit e tarifário
Índia	Sim (APT)	Sim	Carne de aves in natura	Sim	Carne de aves in natura	Cebola, feijão, castanha-de-caju, trigo, café, chá preto e pimenta	San/fit e tarifário
Malásia	Não	Não (Certificado Sanitário Internacional)	Carne bovina in natura	Não	Carne bovina in natura	Frutas (tangerina, laranja), castanha-do-pará e de caju, pimenta, milho e café	San/fit, tarifário e religioso

38% das exportações totais do Brasil e são os setores efetivamente competitivos), então, as negociações diplomáticas, comerciais e técnicas devem contemplá-los como prioridade, sem detrimento dos demais.

Essas observações, nada inéditas, ecoam em virtude do extraordinário potencial de expansão do Brasil nos setores agrícola e agroindustrial para ocupar um espaço maior no mercado internacional. A carência de estudos objetivos, substanciosos e atualizáveis, sobre os grandes mercados consumidores de produtos agrícolas e agroindustriais, bem como a falta de planejamento estratégico de médio e longo prazo, abrangente e coordenado, envolvendo os setores público e privado, é uma deficiência insofismável num jogo muito competitivo como o do comércio internacional.

Nada obstante, não se pode deixar de registrar o desempenho exitoso dos setores exportadores e tampouco que existem esforços e ações bem sucedidas por parte de diversas entidades governamentais e privadas na promoção e concretização de exportações. Afinal, não é qualquer país que consegue aquilo de que o Brasil foi capaz: aumentar de 4,9% para 6,9% a sua

participação no comércio mundial de produtos agrícolas, em apenas uma década. Ainda assim, “nós podemos mais”.

Referências

AGROSTAT. **Estatísticas de comercio exterior do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <<https://login.agricultura.gov.br/sso/pages/login.jsp>>. Acesso em: 23 maio 2011.

DOING BUSINESS. **Economy rankings**. Disponível em: <<http://www.doingbusiness.org/rankings>>. Acesso em: 13 ago. 2011.

FMI. **Fundo Internacional Monetário**. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/02/weodata/weoselgr.aspx>>. Acesso em: 14 ago. 2011.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Ranking do IDH 2010**: veja a lista de 169 países e territórios, classificados segundo o Índice de Desenvolvimento Humano calculado com dados relativos a 2010. Nova York, 2010. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/pobreza_desigualdade/reportagens/index.php?id01=3600&lay=pde>. Acesso em: 15 nov. 2011.

TRADEMAP. **Trade statistics for international business development**. Disponível em: <<http://www.trademap.org>>. Acesso em: 28 set. 2011.

WTO. World Trade Organization. **Tariffs**. Disponível em: <http://www.wto.org/english/tratop_e/tariffs_e/tariffs_e.htm>. Acesso em: 17 jul. 2011.

Optimising land use and water allocation in intercropping systems¹

Euro Roberto Detomini²
Margarida Garcia de Figueiredo³

Abstract – The main purpose of this study is to identify the optimum allocation of limited amount of land and irrigation water across a number of alternative farm enterprises, maximising the whole-farm profitability by considering present relative prices, changes in river water availability, irrigation system efficiency and a highly variable climate. It was developed an optimisation model by using linear programming language to maximise the whole-farm profit of farm located in Wee Waa (NSW, Australia), for three different scenarios (dry, average and wet years) over two seasons. The whole-farm profit is highly sensitive to climate variability and also to prices and yields variability, especially in relation to cotton.

Keywords: Crop rotation, linear programming, profit maximization.

Otimização do uso da terra e da alocação de água em sistemas de rotação de culturas

Resumo – O principal objetivo deste estudo de caso é identificar a alocação ótima de recursos, especificamente água para irrigação e terra, entre alternativas de atividades agrícolas, visando maximizar o lucro da propriedade, considerando preços relativos, mudanças na disponibilidade de água, eficiência do sistema de irrigação e alta variabilidade climática. Foi desenvolvido um modelo de programação linear, com o objetivo de maximizar o lucro das atividades agrícolas de uma propriedade localizada em Wee Waa (NSW, Austrália), considerando três cenários (seco, médio e úmido, conforme a variabilidade do regime de chuvas) ao longo de 2 anos. O lucro total da propriedade mostrou-se altamente sensível à variabilidade climática, bem como às variações nos preços e ao rendimento produtivo das culturas, especialmente com relação ao algodão.

Palavras-chave: rotação de culturas, programação linear, maximização de lucro.

¹ Original recebido em 24/10/2011 e aprovado em 11/11/2011.

² Agronomist, Ph.D. in Irrigation and Drainage. E-mail: erdetomini@hotmail.com (corresponding author)

³ Agronomist, Ph.D. in Economy. E-mail: mgfiguei@hotmail.com

Introduction

In Australia, cotton farmers confront the challenges of drought, increased climate variability and poor business profitability, driven by low yields, low prices and increased costs. Despite profit from cotton remains better than most broad acre rainfed crops, high yielding cereals grown on limited water are providing higher profitability per mega litre of water. This is the reason why Australian growers are interested in identifying opportunities that maximise returns per mega litre by considering the crop rotations between cotton and cereal, instead of planting cotton back to back.

Because of that and considering the increased focus on more economic and environmental sustainable farm systems, there is an increased interest in building models to improve the whole-farm profitability in a sustainable way. These whole-farm models are able to predict the impacts of different scenarios not only in terms of climate variability, but also prices, yields and costs variability. Also, whole-farm models can be complemented by simple analysis or specific economic models such as that ones of Engindeniz and Tuzel (2006) or Beltrame et al. (2007), respectively. As a crop rotation system has a major impact on environment sustainability and productivity increase due to improve yields, soil characteristics, diseases control, etc., it addresses a more economic and environmental sustainable production system. Thus, the whole-farm models which include crop production must somehow include crop rotation as an important component (DETLEFSEN; JENSEN, 2007).

Optimisation models are developed to give farmers support in decision making related to what to plant, where in the farm and when, to maximise the whole-farm profitability by identifying the optimum resources allocation across a number of alternative farm enterprises in crop/ grazing rotation systems. Optimisation models can be developed using linear programming (LP) language. LP is an upgrade of a linear equation system's resolution technique through a sequence of matrixes inversion, with the advantage

of including an additional linear equation which represents an objective to be achieved in terms of maximisation or minimisation (CHVÁTAL, 1983).

This work was done adopting a study case of an Australian cotton/grain farming system, specifically from Wee Waa, New South Wales, but the idea can be extrapolated elsewhere. The goal is to present an optimisation methodology based on operational research, indicating the best trade-off between land and water use in this agricultural system by analysing the best net return of the whole agricultural activity throughout the years of crop rotation in a farm scale.

Methodology

The currently most used algorithm in linear programming (LP) softwares is the Simplex Method which was developed during the Second War in 1947 by a Northern American scientist staff, and has been published afterwards. However, breakthrough in terms of correlated algorithms efficiency only could be observed in the 1980's through developed studies (KAMARKAR, 1984). Nowadays, LP is broadly used around the world and can be applied for different objectives such as maximise profits, efficiency, social welfare, etc.; or minimise costs, time, losses, etc.

A LP model can be summarised as:

$$\text{Max} Z = \sum_{j=1}^n c_j X_j \quad (1)$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

$$X_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

in which

c_j represents the j activity's gross margin.

X_j represents the j activity's level.

a_{ij} represents the each input exigency by each activity.

b_j represents the each input availability.

Equation 1 represents the objective function.

Equation 2 represents the functional constrains.

Equation 3 represents the non-negativity constrains.

The variables in a LP model cannot assume negative values, although these can be expressed as a difference between two positive variables. All involved equations must be linear, which means, all coefficients have a constant behaviour. The restrictions expressed as unequal equations allow that the whole use of resources be not mandatory and the explored level of any activity can be more than or equal zero. The LP models allow a much wider range of response by farmers in their choice of outputs and inputs than the limited number of alternatives presented in other methodologies, for example in budgeting studies. In addition, LP is a powerful optimising technique in that it selects the combination of enterprises that will maximise profits from a specified set of enterprises subject to specified resource constraints set. An added advantage of LP is that they provide dual prices information indicating the change in profit when additional units of a limited resource were made available. Thus, specifically in this case study it was developed an optimisation model, by using LP language, to maximise the whole-farm profit of a 1,348 ha farm located in Wee Waa (NSW). The necessary information to be included as the inputs in the optimisation model was collected from an interview with the farm manager. Moreover, it was collected information from QL-DPI&F and NSW-DPI&F cotton-irrigation researchers. As the whole-farm profit can be highly affected by the climate variability, the analysis was developed for three different scenarios: typically dry, average and wet years.

In addition to changes in climate, the irrigation system efficiency variability and the prices and crop yields variability may have significant effects on the farm business profitability. Thus, it was performed a sensitivity analysis on the variability of irrigation system efficiency, prices and yields to evaluate their influence on the whole-farm maximum return. The irrigation system ef-

iciency was varied from 40% to 90%; prices and yields, for each of the crops, were individually varied by $\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $\pm 30\%$ and $\pm 40\%$. The central purpose of this work is to show how the whole-farm profitability can be improved through the optimum allocation of land and water across a number of alternative farm enterprises, face on high variability of prices, yields, costs and climate condition.

The Crop Rotation Optimisation Model

The optimisation model was developed by considering five different enterprises as the objective function variables, i.e. irrigated cotton, irrigated maize, rainfed wheat, irrigated wheat (with 1 irrigation) and irrigated wheat (with 2 irrigations). In addition, it was considered two different seasons, where the first one goes from May of year 1 to February of year 2 and the second one goes from October of year 2 to April of year 3.

Variable Description:

- 1) Five Crops: ($i = 1, 2, 3, 4, 5$); where Crop 1 = Irrigated cotton; Crop 2 = Irrigated maize; Crop 3 = Rainfed wheat; Crop 4 = Irrigated wheat (1 irrigation); Crop 5 = Irrigated wheat (2 irrigations).
- 2) Two Seasons: ($j = 1, 2$): Season 1 = May year 1 – February year 2; Season 2 = October year 2 – April year 3.

The objective function is a linear equation which can represent different objectives to be achieved such as maximise profits, efficiency, social welfare, etc.; or minimise costs, time, losses, etc. Specifically in this case study the objective is to maximise the whole-farm profit so that the equation coefficients represent the gross margin (\$/ha) associated to each enterprise to be implemented. The variables of interest are the area (ha) to be cultivated with each activity. Other important feature of linear programming models is related to the constraints set represented by unequal equations that allow the whole use of resources be not mandatory. In this case study the func-

tional constraints are related to water and land availability over each season, which means, the maximum area to be cultivated in each season must be smaller than the total available area and the maximum water use in each season must not be more than the available water from rain, soil moisture and irrigation system.

Objective Function:

$$\text{Max} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 G_{ij} X_{ij}$$

i = crop

j = season

G = gross margin (\$/ha)

X = area (ha)

Subjected to the following constraints:

1) Land restriction:

$$\text{Season 1: } \sum_{i=1}^5 X_{i1} \leq A$$

$$\text{Season 2: } \sum_{i=1}^5 X_{i2} \leq A$$

A = Area

2) Area balance each season:

$$\text{Season 1: } \sum_{i=1}^5 X_{i1} - TA = 0$$

$$\text{Season 2: } \sum_{i=1}^5 X_{i2} - TA = 0$$

TA = Total area

3) Water restriction:

$$\text{Season 1: } \sum_{i=1}^5 W_{i1} X_{i1} \leq W$$

$$\text{Season 2: } \sum_{i=1}^5 W_{i2} X_{i2} \leq W$$

W_{i1} = Water consumed per crop i , during the cycle, on season 1; W_{i2} = Water consumed per crop i , during the cycle, on season 2; W = Total water availability during each season.

4) Non-negativity restrictions:

$$X_{ij} \geq 0$$

$i = 1, 2, 3, 4, 5$

$j = 1, 2$

After developing the optimisation model the next step should be apply it based on empirical data set in order to verify its practical applicability. Thus, the methodology was empirically tested based on a data set collected from an interview with the studied farm's manager as showed in the next section.

Data set considered for the case study

The case study was developed based on an interview with the farm manager of a grain-cotton irrigation farm system located in Wee Waa, NSW. In addition to the farm manager, it was collected information from QLD-DPI&F and NSW-DPI&F cotton-irrigation expertises. The studied farm business has a total area of 1,348 ha with a soil type of 250 mm under full Plant Available Water Capacity (PAWC). The analysis was developed under three different scenarios: Table 1) Dry year: low water availability from soil + rainfall and irrigation; Table 2) Average year: plenty of water availability; Table 3) Wet year: high water availability. Two seasons were considered into the model: (1) Season 1: From May to February (sow wheat in May or maize in August) and (2) Season 2: From October to April (sow cotton in October). It was assumed a fallow efficiency of 30%; and 125 mm 50% PAWC over the dry year scenario, 188 mm 75% PAWC over the average year scenario and 250 mm 100% PAWC over the wet year scenario.

The sources of irrigation water were river or bore. Therefore, the costs of irrigation were different for the different scenarios i.e. the dryer the season, the lower the river allocation and, as a consequence, the higher the allocation cost. The three tables below summarise the variables and assumed values used to calculate gross mar-

Table 1. Inputs to the optimisation model: dry year.⁽¹⁾

Variables	Irrigated cotton	Irrigated maize	Rainfed wheat	Wheat 1 irrigation	Wheat 2 irrigations
1) Price (\$/t)	\$458	\$250	\$200	\$200	\$200
2) Yield (bales/ha or t/ha)	9	10	2	5	7
3) Variable cost ⁽²⁾ (\$/ha)	\$2,100	\$749	\$465	\$550	\$590
4) Water cost (\$/ML water)	\$66.67	\$66.67	–	\$66.67	\$66.67
5) Water delivered to the crop (ML/ha.year)	7	7	–	1.5	3
6) Irrigation cost (\$/ha)	\$467	\$467	\$0	\$100	\$200
7) Gross margin (\$/ha)	\$1,457	\$1,210	-\$65	\$337	\$601
8) Gross margin (\$/ML)	\$208	\$173	\$0	\$224	\$200

⁽¹⁾ Data collected from the farm manager.⁽²⁾ Variable cost source = DPI (NSW) / Farm Enterprise Budget Series – Northern Zone/2005–2006.**Table 2.** Inputs to the optimisation model: average year.⁽¹⁾

Variables	Irrigated cotton	Irrigated maize	Rainfed wheat	Wheat 1 irrigation	Wheat 2 irrigations
1) Price (\$/t)	\$458	\$200	\$200	\$200	\$200
2) Yield (bales/ha or t/ha)	10	11.25	3	6	8
3) Variable cost ⁽²⁾ (\$/ha)	\$2,100	\$749	\$465	\$550	\$590
4) Water cost (\$/ML water)	\$46.42	\$46.42	–	\$46.42	\$46.42
5) Water delivered to the crop (ML/ha.year)	6	6	–	1.5	2.5
6) Irrigation cost (\$/ha)	\$278	\$278	\$0	\$70	\$116
7) Gross margin (\$/ha)	\$2,160	\$1,190	\$35	\$604	\$897
8) Gross margin (\$/ML)	\$360	\$198	\$0	\$402	\$359

⁽¹⁾ Data collected from the farm manager.⁽²⁾ Variable cost source = DPI (NSW) / Farm Enterprise Budget Series – Northern Zone/2005–2006.**Table 3.** Inputs to the optimisation model: wet year.⁽¹⁾

Variables	Irrigated cotton	Irrigated maize	Rainfed wheat	Wheat 1 irrigation	Wheat 2 irrigations
1) Price (\$/t)	\$458	\$180	\$200	\$200	\$200
2) Yield (b/ha or t/ha)	8.5	12.5	3.8	7.5	8.0
3) Variable cost ⁽²⁾ (\$/ha)	\$2,100	\$749	\$465	\$550	\$590
4) Water cost (\$/ML water)	\$40	\$40	–	\$40	\$40
5) Water delivered to the crop (ML/ha.year)	4.5	4.5	–	1.25	2
6) Irrigation cost (\$/ha)	\$180	\$180	\$0	\$50	\$80
7) Gross margin (\$/ha)	\$1,584	\$1,304	\$295	\$947	\$921
8) Gross margin (\$/ML)	\$352	\$290	\$0	\$757	\$460

⁽¹⁾ Data collected from the farm manager.⁽²⁾ Variable cost source = DPI (NSW) / Farm Enterprise Budget Series – Northern Zone/2005–2006.

gins (\$/ha; inputs in the Optimisation Model) for each crop over dry, average and wet years, respectively. The considered crops are irrigated cotton, irrigated maize, rainfed wheat and wheat with one and two irrigations.

Information about rainfall (mm) in Wee Waa, over the considered periods (Seasons 1 and 2), was collected from SILO (JEFFREY et al., 2001) to the last 100 years. The rainfall pattern was considered different among the scenarios, which means, across the 100 observations for each season, the lower, the average and the higher values were associated to dry, average and wet scenarios, respectively, as showed in Table 4. According to the farm manager's information, the water availability to irrigation per season would be considered in each scenario as: (i) Dry year: 2,000 ML (from Bore) + 1,000 ML (from River) = 3,000 ML; (ii) Average year: 2,000 ML (from Bore) + 3,300 ML (from River) = 5,300 ML; and (iii) Wet year: 2,000 ML (from Bore) + 5,000 ML (from River) = 7,000 ML.

The total water availability (including both, from irrigation and from soil + rainfall) considered per season, in each scenario, is described in the Table 5 and Table 6, and the water allocation cost was considered different among the three scenarios, as showed in Table 7.

Results and discussion

The optimum use of land across different crop options, in order to maximise the whole-farm profit, over a two-year period, subject to water constraints and taking in account the present relative prices for cotton, maize and wheat is summarised in Table 8. In a typical dry year, for the first season, the maximum profit was obtained from planting 652 ha of irrigated maize, whereas for the second season the maximum profit was obtained from planting 611 ha of irrigated cotton. The same interpretation can be done for typically average and wet years. By adopting such strategies, the whole-farm profits were \$ 1,679,209; \$ 3,483,832 and \$ 3,893,024 over dry, average and wet years, respectively.

Table 4. Rainfall pattern (mm) in Wee Waa, NSW, Australia.

Scenario	Season 1	Season 2
	Rainfall from May to February	Rainfall from October to April
Dry year	355 mm	276 mm
Average year	473 mm	363 mm
Wet year	648 mm	512 mm

Source: Jeffrey et al. (2001).

Table 5. Total water availability over Season 1.

Season	(I)	(II)	(I + II)
	Irrigation ⁽¹⁾ (ML/ Season)	Soil + rainfall (ML/ Season)	Total (ML/ Season)
Dry	2,100 ML	3,114 ML	5,214 ML
Average	3,710 ML	4,448 ML	8,158 ML
Wet	4,900 ML	5,985 ML	10,885 ML

⁽¹⁾ It was assumed an irrigation efficiency of 70% so that the irrigation water availability was multiplied per 0.7.

Table 6. Total water availability over Season 2.

Season	(I)	(II)	(I + II)
	Irrigation ⁽¹⁾ (ML/ Season)	Soil + rainfall (ML/ Season)	Total (ML/ Season)
Dry	2,100 ML	2,790 ML	4,890 ML
Average	3,710 ML	4,004 ML	7,714 ML
Wet	4,900 ML	5,446 ML	10,346 ML

⁽¹⁾ It was assumed an irrigation efficiency of 70% so that the irrigation water availability was multiplied per 0.7.

Table 7. Water allocation cost⁽¹⁾.

Season	Allocation	Average cost
Dry	67% from Bore / 33% from River	\$67/ML
Average	38% from Bore / 62% from River	\$46/ML
Wet	29% from Bore / 71% from River	\$40/ML

⁽¹⁾ River = \$ 20/ML; Bore = \$ 90/ML.

Table 8. Optimum crop allocation over seasons 1 and 2 for dry, average and wet years.

Scenario	Season 1	Season 2
Dry year	652 ha of irrigated maize	611 ha of irrigated cotton
Average year	473 ha of irrigated maize 875 ha of wheat with 2 irrigations	990 ha to irrigated cotton
Wet year	1,348 ha of irrigated maize	1,348 ha to irrigated cotton

Once maize is priced internally in the Australian market, its price is highly affected by different climate conditions, being relatively low in wet seasons and raising gradually from wet to dry seasons. Alternatively, cotton and wheat prices are not affected by climate conditions, where the former is determined in the international market, whereas the latter usually does not change due to contracted prices. Despite maize being more water exigent than wheat, throughout dry years it is interesting to plant only maize in season 1 instead of doing wheat. As maize not only has a higher yield but also has a higher price, in comparison to wheat, maize gross margin is approximately twice as higher than that of wheat. Consequently, to plant only maize is economically more interesting for typically erratic rain years.

According to the farm manager's information, the maize and wheat prices are roughly the same if the scenario is considered average. However, the maize gross margin is still higher than that of wheat in that case due to the higher maize yield. In that context, there is reasonable water availability for planting and the most appropriated strategy in terms of profit maximisation would

be to plant a larger area of wheat, given that its water consume is approximately 40% lower than that for maize. It is important to consider that throughout the average situation maize gross margin is no longer twice as higher than that of wheat, decreasing for 33% higher. By considering the wet scenario, despite maize price being lower than wheat price, the maize gross margin is still higher than that to wheat, in approximately 42%. Once in a typically wet year there is plenty of available water, the economically most interesting strategy would be to plant only irrigated maize during the first season instead of planting irrigated wheat in a part of the area.

Other interesting information from a linear programming resolution is the dual price, which represents the objective function value variation (whole-farm profit in this specific case) due to a unitary variation in a binding constrain value. Only binding constraints have a dual price value, and for those nonbindings, the dual price is zero, as summarised in Table 9. For example, for the dry scenario, the land constraints were nonbinding, whereas the water constraints were binding in both, seasons 1 and 2. In that case, if one extra ML of water per hectare were made available,

Table 9. Dual price analysis to water and land restrictions.

Restrictions	Dry year	Average year	Wet year
	Dual price (\$)	Dual price (\$)	Dual price (\$)
Land season 1	0.00	408.66	1,304.00
Land season 2	0.00	0.00	1,584.00
Water season 1	151.25	97.66	0.00
Water season 2	182.13	276.92	0.00

the whole-farm profit could be increased in \$151 and \$182, over seasons 1 and 2, respectively. So, these values are the maximum amount the farm would be willing to pay for one additional ML of water per hectare.

As over the average scenario there was reasonable water availability for planting and wheat is less exigent in water when compared with cotton and maize, for the first season, when the optimum strategy was to plant 65% of the total area with wheat and 35% with maize, both constraints (land and water) were binding. In this case, if one extra hectare or one extra ML of water per hectare were made available, the whole-farm profit could be increased in \$408 and \$97, respectively. For the second season, only the water availability was a binding constraint and if one extra ML of water per hectare were made available, the farm profit could be increased in \$276. As cotton has a high water exigency over its cycle, the optimum strategy was to plant 73% of the total area with cotton so that the land availability was not a binding constraint.

For the wet scenario, when there was plenty of available water, only the land availability was a binding constraint for both seasons. If one extra hectare were made available, the profit could be increased in \$ 1,304 and \$ 1,584, over the seasons 1 and 2, respectively. Changes in ir-

rigation system efficiency can have significant effects on the farm business viability so that it was performed a sensitivity analysis on irrigation system efficiency to evaluate its influence on maximum farm profit. The irrigation system efficiency was varied from 40% to 90%, by assuming 70% as the most likely efficiency. Figure 1 shows the maximum return (over a two-year period) variation for different irrigation system efficiency values over dry, average and wet years, through a variation index around 70% efficiency (70% = 100). It can be observed that the maximum return is more sensitive to the irrigation system efficiency over dry years and it gets gradually less sensitive from average to wet years. In a typically dry year the production system is highly dependent of irrigation so that especially for the dry scenario the whole-farm profit is highly sensitive to the irrigation system efficiency.

Figure 2a shows a variation index of maximum farm profit for each change in price (or yield) over the dry scenario, where values above 100 indicate higher profitability and values below 100 indicate lower profitability, in relation to the most likely profitability (when considering the most likely price and the most likely yield). Figure 2b and Figure 2c present similar information for the average and wet scenarios, respectively. Cotton has a high production cost, a high price and a high gross margin (\$/ha) when

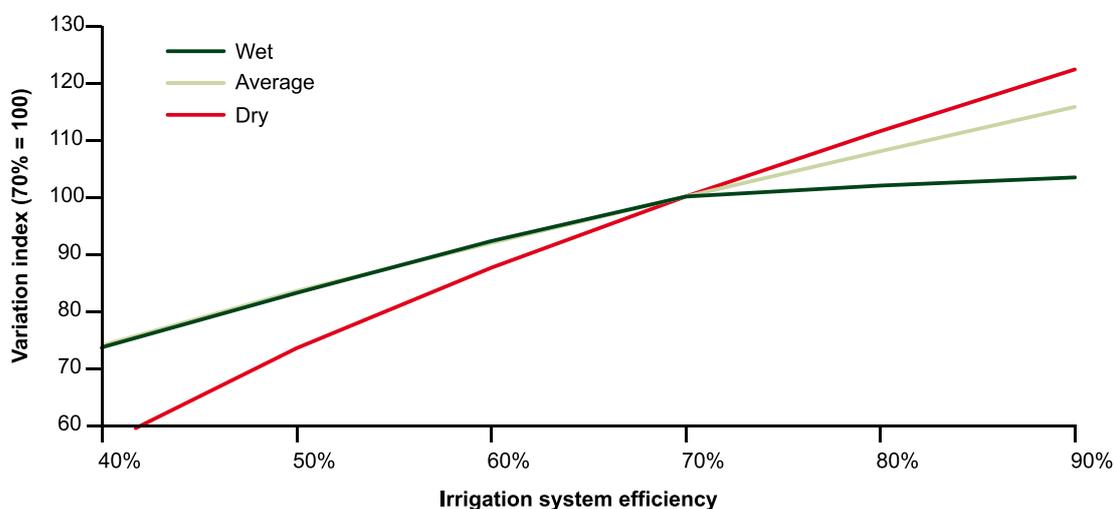


Figure 1. Sensitivity of maximum return to changes in irrigation system efficiency during dry, average and wet seasons.

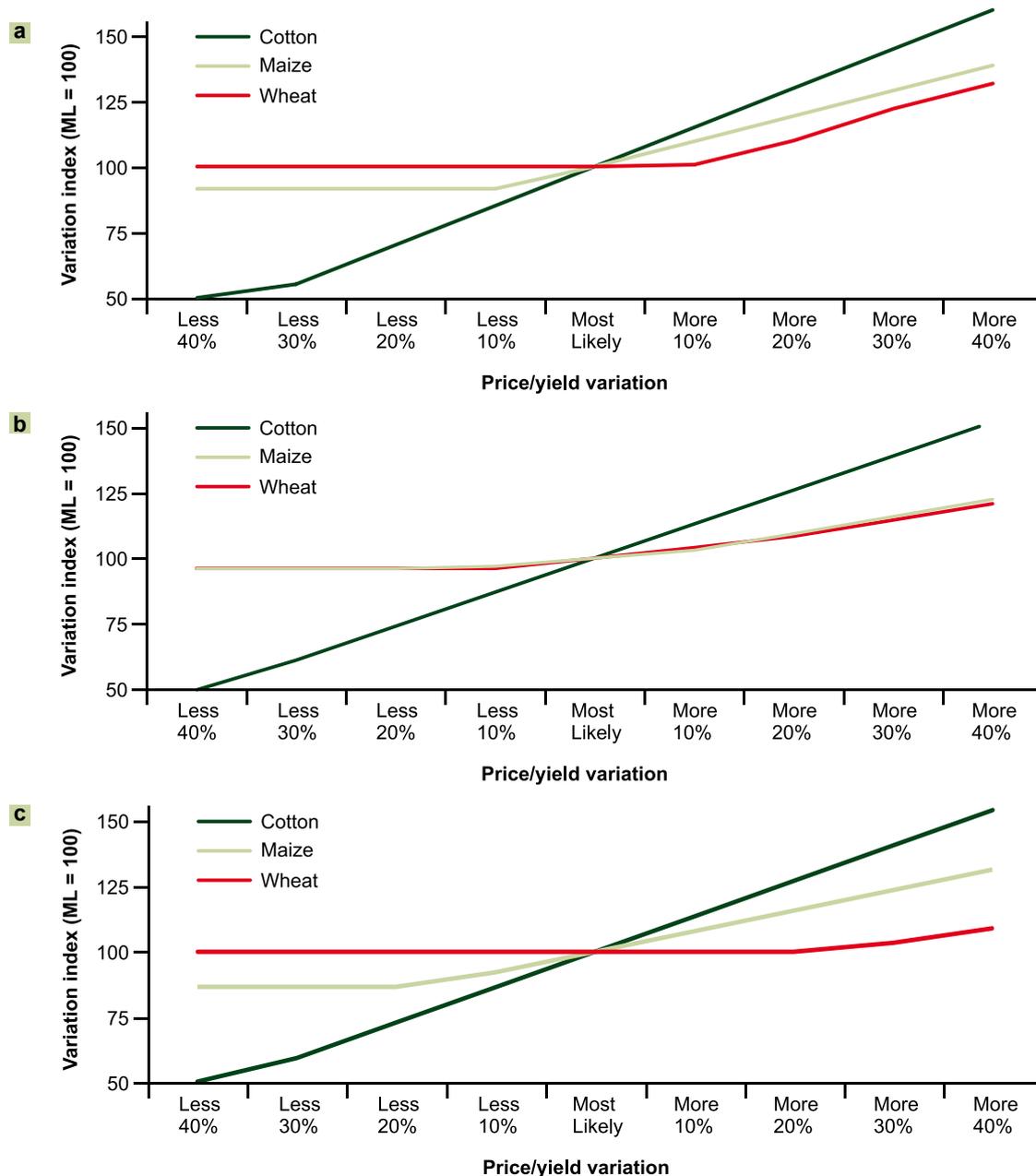


Figure 2. a) Sensitivity of maximum return to changes in prices (or yields) during dry years; b) Sensitivity of maximum return to changes in prices (or yields) during average years; and c) Sensitivity of maximum return to changes in prices (or yields) during wet years.

compared with other crops so that it can contribute considerably to improve the whole-farm profitability. Consequently, the maximum return to be achieved is highly sensitive to variations in cotton price (or yield). As cotton is priced externally, in the international market, and also is highly exigent in water over its cycle, it addresses

a risky production system in relation to climate and market variability. Economic sustainability means to increase profitability and to decrease the variability of profitability throughout the time. From the economic point of view, the more diversified a business is the less risky it is in terms of profitability's variability. If a problem with

some specific activity comes, for example a crop disease, the whole-farm profitability is not highly affected because there are other activities being conducted at the same time. Moreover, when adopting a crop rotation system, the whole-farm profitability can be improved by deciding what to plant, where in the farm and when, according markets forces (present relative prices of crops) and resources availability.

Summarising the results, in a typically dry year, the maximum farm profitability was obtained with a combination of 65% of the farm area to irrigated maize, during the first season, and 45% to irrigated cotton, during the second season. In average years, the optimum strategy would be to plant 65% of the farm area with wheat with 2 irrigations and 35% with irrigated maize, during the first season, and 73% with irrigated cotton, during the second season. In a typically wet year, the optimum allocation would be to plant 100% of the area with irrigated maize, during the first season, and 100% with irrigated cotton, during the second season. By adopting such strategies, the maximum profits, over a two-year period, were \$1,679,209; \$3,483,832 and \$3,893,024 for dry, average and wet years, respectively.

The scenarios evaluated here were considered realistic and the outcomes indicate that the whole-farm profitability can be improved by adjusting the farm business strategy i.e. optimising the land use among a number of alternative irrigated crop options, according to seasonal conditions and water availability to irrigation. As the maximum return is highly sensitive to irrigation system efficiency, especially during dry years, it is important to work towards improve it. A suggestion would be changing from furrow irrigation systems to pressurised ones, given that the latter are usually more efficient. However, before making a decision it would be necessary to evaluate the economic viability and also the associated risks. Therefore, for future studies it would be interesting to include similar evaluations to that one developed by Qureshi et al. (2001), who compared different irrigation technology systems

for farms located in north Queensland, in order to identify the economic viability and the main implications in terms of investment decision when changing from furrow to pivot systems.

The results also indicate the need for a more accurate study to better capture the dynamics and complexities of the studied farm in terms of the optimal allocation of competing resources i.e. water, land, finances, productivity and labour. Additional interviews with some farm managers to ask more specific information and also other methodologies, such as non-linear programming (GHAHRAMAN; SEPASKHAH, 2004), multi-objective optimisation techniques (FLORENTINO et al., 2008), evolutionary algorithms, etc., could be used for that purpose. Once the whole-farm profit is highly sensitive to climate variability and also to prices and yields variability, especially in relation to cotton, it would be interesting for future studies to use stochastic procedures as done by Ganji et al. (2006) to introduce risk analysis into the model in relation to prices, yields and climate variability, regardless of the pragmatic separation of the conditions in wet, average or dry years. Therefore, it is important to consider that optimisation models can be used to identify the optimum allocation of water and land use in irrigated agriculture, though the analysis needs to be complemented with an evaluation of business viability and cash flow. This is because of the main input variable in the optimisation model is the gross margin (\$/ha) of each farm activity, which excludes the opportunity cost of money (interest rate), and the fixed costs i.e. the value of the land/improvements, buildings, machinery and agricultural wares.

The best trade-off between water and land use will carry to the preconised, necessary and so mentioned sustainable irrigation. Therefore, as adequate knowledge already exists for implementing strategies to achieve sustainable irrigation (OSTER; WICHELNS, 2003) and following the approach of Hellegers (2006), although conciliating economic analysis in irrigation with aspects of environment dynamics and people income distribution, being this essentially political,

the economic interpretation performs a crucial role not only because of providing the basis of decision support or understanding the gross margins and financial losses of agricultural systems, but also in terms of the comprehension of the interactions of the mentioned elements, given that incorporates criteria of water use and contributes to promote social welfare, which is the final target of public policies (i.e., agricultural policies).

Conclusions

In a typically dry year, the maximum farm profitability was obtained with a combination of 65% of the farm area to irrigated maize, during the first season, and 45% to irrigated cotton, during the second season. In average years, the optimum strategy would be to plant 65% of the farm area with wheat with two irrigations and 35% with irrigated maize, during the first season, and 73% with irrigated cotton, during the second season. In a typically wet year, the optimum allocation would be to plant 100% of the area with irrigated maize, during the first season, and 100% with irrigated cotton, during the second season.

References

- BELTRAME, R. V.; BARIONI, L. G.; MAESTRI, B. D.; QUIRINO, C. R. Economic optimization of the number of recipients in bovine embryo transfer programs. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 3, p. 221-226, 2007.
- CHVÁTAL, V. **Linear programming**. New York: W. H. Freeman, 1983.
- DETLEFSEN, N. K.; JENSEN, A. L. Modelling optimal crop sequences using network flows. **Agricultural Systems**, Barking, v. 94, n. 2, p. 566-572, 2007.
- ENGINDENIZ, S.; TUZEL, Y. Economic analysis of organic greenhouse lettuce production in Turkey. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 3, p. 285-290, 2006.
- FLORENTINO, H. O.; MORENO, E. V.; SARTORI, M. M. P. Multiobjective optimization of economic balances of sugarcane harvest biomass. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 5, p. 561-564, 2008.
- GANJI, A.; PONNANBALAM, K.; KHALILI, D.; KARAMOUZ, M. A new stochastic optimization model for deficit irrigation. **Irrigation Science**, New York, v. 25, n. 1, p. 63-73, 2006.
- GHAHRAMAN, B.; SEPASKHAH, A. Linear and non-linear optimization models for allocation of a limited water supply. **Irrigation and Drainage**, New York, v. 53, n. 1, p. 39-54, 2004.
- HELLEGERS, P. J. G. J. The role of economics in irrigation water management. **Irrigation and Drainage**, New York, v. 55, n. 2, p. 157-163, 2006.
- JEFFREY, S. J.; CARTER, J. O.; MOODIE, K. M.; BESWICK, A. R. Using spatial interpolation to construct a comprehensive archive of Australian climate data. **Environmental Modelling & Software**, Amsterdam, v. 16, n. 4, p. 309-330, 2001.
- KAMARKAR, N. K. A new polynomial-time algorithm for linear programming. **Combinatorica**, Budapest, HU, v. 4, n. 4, p. 373-395, 1984.
- OSTER, J. D.; WICHELNS, D. Economic and agronomic strategies to achieve sustainable irrigation. **Irrigation Science**, New York, v. 22, n. 3/4, p. 107-120, 2003.
- QURESHI, M. E.; WEGENER, M. K.; HARRISON, S. R.; BRISTOW, K. L. Economic evaluation of alternative irrigation systems for sugarcane in the Burdekin delta in north Queensland, Australia. In: BREBBIA, C. A.; ANAGNOSTOPOULOS, K.; KATSIFARAKIS, K.; CHENG, A. (Ed.). **Water resource management**. Boston: WIT, 2001. p. 47-57.

Impactos do piso salarial estadual sobre a agricultura do Espírito Santo uma análise *ex-ante* utilizando modelos aplicados de equilíbrio geral¹

Andressa Rodrigues Pavão²
Jaqueline Severino da Costa³
Jaqueline Carolino⁴

Resumo – O objetivo do presente trabalho é verificar os efeitos de curto e longo prazos para a economia capixaba se submetida a um choque positivo de 10% no piso salarial estadual. Para tanto, propõe-se a analisar o comportamento de algumas variáveis macroeconômicas, bem como a verificar a eficiência desse tipo de política nos setores ligados à agropecuária. Para alcançar tal objetivo, utiliza-se um modelo computável de equilíbrio geral inter-regional, calibrado para 2001. O cenário obtido após a simulação aponta para um quadro recessivo da economia, que implicará a redução do PIB e das exportações, o aumento dos preços e dos custos de produção, e, principalmente, a redução do emprego. Isso sugere a ineficiência dessa política, pois não consegue proteger as categorias de trabalhadores mais vulneráveis, já que resulta em redução em 3% na demanda por trabalho pouco qualificado. Dessa forma, sugere muita cautela na execução de políticas salariais, já que seus efeitos podem ser negativos, tanto para a economia em geral quanto para o mercado de trabalho.

Palavras-chave: agricultura, Espírito Santo, modelos aplicados de equilíbrio geral, piso salarial estadual.

Impacts of state minimum wage on agriculture of the Espírito Santo: an *ex-ante* analysis of applied general equilibrium models

Abstract – The objective of this study is to test the effects of short and long term for the economy of Espírito Santo on a positive shock of 10% in regional wage, seeking to analyze the behavior of some macroeconomic variables, and to verify the efficiency of this type of policy in the sectors rela-

¹ Original recebido em 30/1/2012 e aprovado em 13/3/2012.

² Economista, consultora da Secretaria da Fazenda do Espírito Santo e aluna do Programa de Pós-Graduação em Economia pela Universidade de São Paulo (USP). E-mail: adressarpavao@gmail.com

³ Professora de Economia da Universidade de Sorocaba, Doutora em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo (USP). E-mail: Jaqueline.s.costa@hotmail.com

⁴ Professora do curso de Gemologia da Universidade Federal do Espírito Santo e Mestre em Economia pela Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: jqcarolino@yahoo.com.br

ted to agriculture. A computable general equilibrium model inter-regional, calibrated to 2001, was used to achieve the objective. The picture obtained after the simulation points to a recession of the economy with lower GDP, exports, rising prices, production costs and, especially, reduced employment. When 3% reduction in demand for unskilled labor is observed the results point to the ineffectiveness of this policy, because they can not protect the most vulnerable categories of workers. Thus, caution is needed in the implementation of wage policies because its effects can be negative for the overall economy as well as for the labor market.

Keywords: agriculture, Espírito Santo, applied models of general equilibrium, regional minimum wage.

Introdução

Assegurar o atendimento das necessidades básicas do trabalhador e de sua família, bem como proteger as categorias de trabalhadores mais vulneráveis, estão entre os principais objetivos da política de salário mínimo. No entanto, essa política carece de mais fundamentos na medida em que não se sabe ao certo quais os mecanismos que fazem um aumento do salário mínimo alterar o nível de bem-estar da economia.

O celeuma sobre o salário mínimo, que ultrapassou o âmbito nacional, está focado, nos últimos anos, sobre a adoção de um piso salarial estadual. Em 2000, o Poder Executivo remeteu ao Congresso Nacional o Projeto de Lei Complementar nº 103 (BRASIL, 2000), que estabelecia que os estados e o Distrito Federal estavam autorizados a instituir um piso salarial próprio. Diante dessa possibilidade, os estados do Rio de Janeiro, do Rio Grande do Sul, de São Paulo, do Paraná e de Santa Catarina fixaram os próprios pisos salariais. Outros estados, a exemplo do Espírito Santo, ainda discutem o tema, em busca de subsídios para entender *ex-ante* os possíveis efeitos da adoção de um piso salarial estadual com valor acima do salário mínimo nacional. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é analisar, para a agricultura capixaba, o impacto da adoção *ex-ante* de um piso estadual superior ao nacional. Também serão analisados os efeitos desse tipo de política sobre o mercado de trabalho, as principais variáveis macroeconômicas e o efeito *spillover* nos estados vizinhos.

Para alcançar tal objetivo, o modelo utilizado nas simulações será o TERM-BR estático –

multirregional do tipo *bottom-up* –, visto que esse é capaz de captar o efeito que o choque em um estado brasileiro causa nos demais estados e na economia do País, sem perder os detalhes regionais e setoriais.

Este artigo conta com cinco seções, além desta introdução, que será entendida como a primeira. Na segunda, faz-se uma breve descrição da economia agrícola capixaba. Na terceira, uma sucinta resenha da literatura sobre salário mínimo, além de apresentar alguns textos que abordam a questão do piso estadual acima do salário mínimo nacional. Na quarta seção, apresenta-se o modelo de equilíbrio geral computável, a ser usado nas simulações, e a estratégia adotada para simular um aumento do salário mínimo. Na quinta seção, são apresentados os principais resultados e a discussão das simulações obtidas. E, por fim, na sexta seção, são resumidas as considerações finais da pesquisa.

Características da economia agrícola capixaba

Em 2008, 6,8% do valor adicionado bruto (VAB) a preços básicos do Espírito Santo estava relacionado com atividades primárias, 36% com indústrias e 57,1% com atividades derivadas da prestação de serviços (IBGE, 2008).

Na atividade primária, a agricultura, a silvicultura e a extração vegetal representavam 73,5%, enquanto a pecuária e a pesca, 26,5%. O produto mais importante da agricultura é o café, com 64,8%, seguido pela produção de fru-

tas, como mamão (12,9%), coco-da-baía (1,8%) e maracujá (1,5%)⁵.

Apesar de o setor agrícola ser economicamente pouco expressivo no Espírito Santo, ele é a principal fonte de renda nas pequenas cidades localizadas no interior de estado, sendo responsável ainda por fomentar indústrias, como a de celulose, de móveis e de sucos.

Em geral, as principais atividades econômicas do estado concentram-se em poucas grandes empresas, estabelecidas em municípios específicos. Além disso, dos 78 municípios capixabas, apenas 10 apresentam um PIB superior a 1 bilhão em 2008⁶, sendo que Vitória e Serra concentram aproximadamente 50% do PIB do estado.

Desconsiderando os municípios da Grande Vitória (Vitória, Serra, Vila Velha e Cariacica), porque apresentam uma economia mais forte, embasada em diversas indústrias e na comercialização, os municípios com destaque no interior do estado mostram certas peculiaridades, com atividade específica e, em geral, concentrada em poucas empresas.

O Município de Linhares possui o maior PIB entre os municípios do interior do estado. Sua atividade econômica, além de ser um pouco mais diversificada do que a dos demais, é bastante concentrada, destacando-se as indústrias dos segmentos de bebida e alimento, a exemplo da de processamento de polpa de frutas para a fabricação de sucos na JV Coca-Cola, e a de frangos, na Kifrango. O Espírito Santo é o segundo maior produtor e o maior exportador de mamão papaia, encontrando-se, nesse município, o maior percentual da plantação e a maior empresa do ramo, a Caliman Agrícola. Ressalta-se ainda que, em Linhares, estão as maiores empresas de móveis do estado: Rimo, Panan Móveis e Cimol. Por fim, esse município possui grandes

empresas de metalurgia, como a Perfilados Rio Doce e a Brametal.

O Município de Anchieta, a despeito da pequena população – menos de 25 mil habitantes –, é um grande produtor e exportador de minério de ferro, tendo este último produto representado 99,9% das exportações do município em 2008 (BRASIL, 2011).

No Município de Aracruz destaca-se a produção de celulose, sendo a empresa Fibria⁷ a líder nesse ramo de atuação. Ressalta-se que 99,5% das exportações desse município em 2008 eram compostas por pasta química de madeira (celulose) (BRASIL, 2011). Além desse produto, a Fibria produz 30,62% da madeira em tora para a produção de papel e celulose no estado.

O Município de Cachoeiro de Itapemirim, onde a capacidade do setor de extração e beneficiamento de mármore e granito é reconhecida internacionalmente, destaca-se ainda pela produção de leite e derivados, representada principalmente pela empresa Selita, e pela prestação de serviços médicos, cujo grande exemplo é a Unimed Sul Capixaba.

No Município de Colatina, ganham destaque várias atividades produtivas: o setor de vestuário (a exemplo da PW Brasil), o da indústria de alimentos (como a empresa Frisa), o do comércio atacadista (como a Custódio Forzza e a Nicafé) e o de prestação de serviços médicos (como a Unimed Norte e a São Bernardo).

Presidente Kennedy, com pouco mais de 10 mil habitantes, é o município com a maior taxa de royalties per capita no Brasil. Seu elevado PIB é devido à extração de petróleo e gás natural.

Os demais municípios do estado (68) não possuem uma economia pujante, mas sobressaem-se na agricultura. Segundo o Censo Agropecuário Municipal, o estado destaca-se

⁵ As informações foram obtidas no banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra) e refere-se ao ano de 2008. (IBGE, 2011).

⁶ Os municípios com PIB superior a 1 bilhão são: Vitória, Serra, Vila Velha, Cariacica, Linhares, Anchieta, Aracruz, Cachoeiro de Itapemirim, Colatina e Presidente Kennedy.

⁷ Resultado da incorporação da Aracruz Celulose, pela Votorantim Celulose e Papel em 2009.

na produção de lavouras permanentes⁸, sendo o quarto maior produtor nacional (9,9%), atrás apenas de São Paulo, Minas Gerais e Bahia. Nas lavouras temporárias⁹, porém, o estado não tem representatividade.

Nas lavouras permanentes, os produtos de maior expressão no estado são: café, mamão e maracujá. O Espírito Santo é o segundo maior produtor de café do Brasil, com 19,7% da produção nacional. O café é, tradicionalmente, a atividade econômica mais difundida nos municípios do Espírito Santo, constituindo a principal atividade em vários deles, tanto no norte quanto no sul do estado, a exemplo dos seguintes municípios: Vila Valério, Jaguaré, Rio Bananal, Brejetuba, Lúna, Santa Tereza, São Gabriel da Palha e Irupi.

Além do café, o estado é um grande produtor de frutas, cuja produção se concentra na região norte. O estado é o segundo maior produtor de mamão, respondendo por 40,6% da produção nacional, contra 42% produzido na Bahia. Os principais municípios produtores são: Pinheiros (56,6%), Montanha (10,6%) e Boa Esperança (9,2%).

Com base nas características apresentadas, espera-se que um aumento do salário mínimo no Espírito Santo seja prejudicial para os produtores rurais, visto que não é possível repassar para o consumidor o aumento no custo com mão de obra e nos demais insumos, que também devem sofrer reajuste. Ademais, nesses municípios, situados no interior do estado, o custo de vida é inferior, ou seja, não justificaria um aumento do salário mínimo.

Revisão da literatura: salário mínimo nacional e piso salarial estadual

Teoricamente, a política de salário mínimo tem como objetivos:

- Estabelecer um piso para os salários, principalmente para aqueles com menor remuneração e qualificação.

- Proteger as categorias mais vulneráveis de trabalhadores, de forma a diminuir as diferenças salariais e melhorar o poder de barganha nas negociações coletivas.
- Estabelecer normas para que trabalhadores que exerçam as mesmas funções tenham as mesmas remunerações.
- Servir como instrumento de política macroeconômica, especificamente estruturar os salários e determinar o nível da demanda agregada (CACCIAMALI, 2005).

Soares (2002) entende que o salário mínimo tem impacto maior justamente sobre os trabalhadores que são mais desfavorecidos no mercado de trabalho. Segundo o autor, o salário mínimo, nesse caso, é um instrumento eficaz, na medida em que protege os trabalhadores mais fragilizados na barganha salarial, além de propiciar aos indivíduos mais produtivos buscar novas ocupações, e, conseqüentemente, reduzir as disparidades salariais.

Foguel (1998) ressalta que o aumento do salário mínimo pode causar impactos sobre o equilíbrio do mercado de trabalho em geral, com possíveis reflexos sobre um conjunto de variáveis, como a taxa de desemprego, a taxa de atividade, o grau de formalização, a composição do emprego, entre outros.

Nos anos 1980, o País avaliou a possibilidade de unificação do salário mínimo estadual, numa tentativa de igualar o valor do salário mínimo entre todas as regiões brasileiras, integrando principalmente a região Nordeste. Foguel (1998), analisando esse período, utilizou a metodologia de diferenças em diferenças para mensurar os impactos econômicos do aumento de 10% no salário mínimo. Os resultados mais importantes quantificam que um aumento de 10% no salário mínimo provocaria um aumento de 12,5% na taxa de desemprego dos trabalhadores que

⁸ Abacate, algodão arbóreo, azeitona, banana, borracha, cacau, café, caqui, castanha-de-caju, chá-da-índia, coco-da-baía, dendê, erva-mate, figo, goiaba, guaraná, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, noz, palmito, pera, pêssego, pimenta-do-reino, sisal ou agave, tangerina, tungue, urucum e uva.

⁹ Abacaxi, algodão herbáceo, alho, amendoim, arroz, aveia, batata-doce, batata-inglesa, cana-de-açúcar, cebola, centeio, cevada, ervilha, fava, feijão, fumo, girassol, juta, linho, malva, mamona, mandioca, melancia, melão, milho, rami, soja, sorgo, tomate, trigo e triticales.

estão entrando no mercado de trabalho e de 9,2% para aqueles que já possuíam algum tipo de emprego. Os setores mais afetados foram a indústria de transformação e o comércio, mas foi insignificante para a construção civil, fato que o autor não consegue explicar.

Ulyseia e Foguel (2006) fizeram uma resenha dos principais textos que discutem os efeitos do salário mínimo sobre o mercado de trabalho brasileiro, desde a década de 1970 até período recente. E constataram, entre outras coisas, que, embora essa política reduza a desigualdade salarial para as famílias pobres que permanecem empregadas, ela é prejudicial para os indivíduos que perdem o emprego, ou para aqueles que são deslocados para uma situação pior no mercado de trabalho. Os autores verificaram também que isso não significa que essa política reduza a pobreza e a desigualdade de renda, visto que desigualdade diz respeito a renda, e não a salários, embora os conceitos estejam interligados. Assim, reduzir a desigualdade nos salários não implica reduzir a desigualdade de renda, principalmente se grande parte dos grupos que recebem salário mínimo não pertencer às famílias mais pobres. Além disso, os efeitos do salário mínimo sobre a pobreza e a desigualdade de renda mostram-se negativos, porém são pequenos sobre o setor informal. O efeito maior de um aumento no salário mínimo é a possibilidade de influenciar o trabalhador a transitar do emprego formal para o emprego informal, e, em menor escala, para o desemprego e a inatividade.

Independentemente das controvérsias com relação à eficácia da política de salário mínimo nacional como medida de distribuição de renda, a base do debate sobre salário mínimo versa, atualmente, sobre a adoção de um piso salarial estadual superior ao salário mínimo nacional. Por conta dessa discussão, alguns estados, como o Rio de Janeiro e o Rio Grande do Sul, passaram a pressionar o governo federal a adotar a descentralização da política de salário mínimo. Nas diretrizes dessas discussões, o governo federal, por meio do projeto de Lei Complementar nº 103, de 2000 (BRASIL, 2000), estabeleceu que os estados e o Distrito Federal estivessem autorizados a

fixar o próprio piso salarial, ou seja, a lei diz que os estados da Federação e o Distrito Federal podem ter um piso salarial estadual próprio.

Os primeiros estados a adotar um piso salarial estadual foram o Rio de Janeiro e o Rio Grande do Sul, em 2000 e 2001, respectivamente. Os estados de São Paulo, em 2006, do Paraná, em 2007, e de Santa Catarina, em 2009, passaram a fazer parte do grupo de estados que possuem piso salarial estadual superior ao salário mínimo nacional.

Rolim (2007) fez um estudo *ex-ante* da adoção do piso salarial estadual no Paraná, no qual destaca a discussão sobre a implantação de um piso salarial estadual mínimo acima do nacional, em 2007. Utilizando um modelo de equilíbrio geral desenvolvido para o Paraná, os resultados apontam para uma forte queda do PIB real, do emprego e da competitividade do estado a curto prazo (cerca de 2 anos), em decorrência de um choque de custos (folha de salários) na economia. O autor informa que as políticas implementadas muitas vezes são condicionadas pelos efeitos políticos imediatos e não levam em consideração princípios fundamentais da economia, tais como: interdependência dos mercados e relação entre remuneração dos fatores de produção e produtividade.

Recentemente, o Espírito Santo passou a discutir a validade de tal política salarial e seus possíveis impactos sobre sua economia, particularmente sobre o mercado de trabalho. Apesar da grande diversidade de variáveis analisadas nos trabalhos acima citados, estudos sobre os impactos da adoção de um piso salarial estadual são raros na literatura brasileira. Este trabalho tem por objetivo lançar alguma luz sobre o debate acerca da discussão sobre a adoção de pisos salariais regionais.

Metodologia

Modelos de equilíbrio geral (MEG) são instrumentos úteis para compreender aspectos relevantes de todos os setores da economia. Esses modelos utilizam técnicas microeconômicas de

otimização, que determinam endogenamente os preços relativos e as quantidades produzidas na economia. A vantagem dos MEG em relação aos modelos de equilíbrio parcial é que aqueles permitem análises mais completas, pois consideram que os sistemas econômicos são interdependentes e que os efeitos de choques agregados ou idiossincráticos e de políticas realizadas são sentidos em todos os setores econômicos (GURGEL; CAMPOS, 2006).

Análises regionais requerem a utilização de um MEG que tenha como ponto de partida as relações inter-regionais. Assim, para verificar os impactos econômicos de um aumento do piso salarial estadual no Espírito Santo, o modelo denominado TERM-BR¹⁰ adapta-se ao objetivo da pesquisa, visto que se trata de um modelo multirregional estático do tipo *bottom-up*.

Diversos trabalhos realizados no Brasil têm utilizado uma adaptação do modelo TERM¹¹ para analisar impactos regionais. Entre eles, podem-se citar Domingues et al. (2009), Fachinello (2008), Pavão e Ferreira Filho (2011) e Santos (2006).

O TERM-BR consiste em um modelo do tipo Johansen, em que as estruturas matemáticas são representadas por um conjunto de equações linearizadas e as soluções são obtidas na forma de taxas de crescimento (variação percentual). A preferência pelo modelo TERM ocorre porque demanda uma menor quantidade de dados em virtude das hipóteses facilitadoras, tais como a combinação única de origens para todos os usuários de um determinado produto em uma região.

Convém, todavia, ressaltar algumas importantes características do modelo utilizado. O diagrama apresentado pela Figura 1 descreve quatro níveis fundamentais para a escolha da origem do produto a ser consumido, indicando várias possibilidades de substituição, que são permiti-

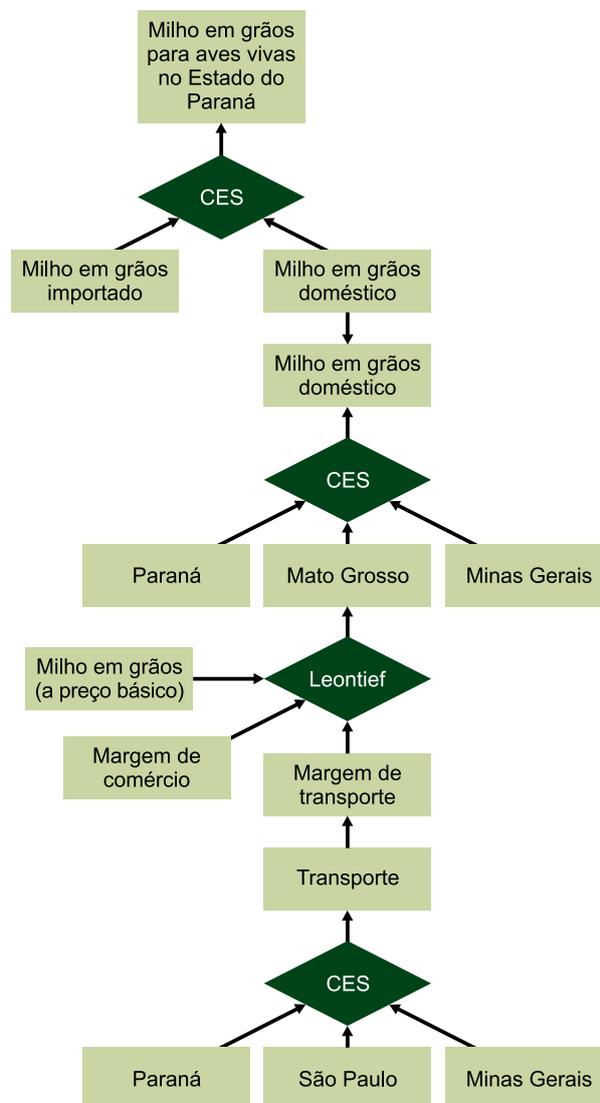


Figura 1. Esquema de origem de fluxo para atendimento da demanda no TERM-BR.

Fonte: adaptado de Horridge et al. (2005).

das pelo modelo. Embora o exemplo contemple apenas a demanda por milho em grãos usado pela indústria de aves vivas no Estado do Paraná, ele se aplica a outras commodities, usuários e regiões.

Por meio de uma função CES captam-se as diversas regiões de origem. A elasticidade de

¹⁰ As características do modelo TERM encontram-se no trabalho de Horridge et al. (2005), e as modificações realizadas para criar o TERM-BR podem ser encontradas nos trabalhos de Fachinello (2008) e Santos (2006).

¹¹ The Enormous Regional Model (HORRIDGE et al., 2005), denominado TERM, consiste num modelo aplicado de equilíbrio geral inter-regional estático, do tipo *bottom-up*.

substituição entre as origens domésticas pode variar de zero, para os setores de serviços e de construção civil, a 7,6, para os setores de carne.

O próximo nível mostra como a entrega de milho em grãos, originário, por exemplo, de Mato Grosso, é uma composição Leontief entre o milho em grãos a preço básico e os bens margens (comércio e transportes utilizados na comercialização). A parte de cada margem no preço de entrega é específica de cada combinação particular de origens, destinos, commodities e fonte. Por exemplo, espera-se que o custo de transporte seja mais elevado, de maneira a compor parte das ligações comerciais que são separadamente distantes, ou para bens pesados ou vultosos.

Por último, a Figura 1 mostra o mecanismo de origem da margem transporte – nota-se que as margens podem ser produzidas em várias regiões. Nesse modelo, a taxa de substituição entre as regiões produtoras de margens corresponde a 1,0. Nesse caso, a participação de uma região produtora de margens para um destino deve ser a mesma para todos os produtos.

Quando a opção do usuário é sobre produtos importados, no primeiro nível apresentado, apesar de não aparecer na Figura 1, um sistema paralelo de origens é modelado, localizando o porto de entrada, em vez da região de produção. Dessa forma, finaliza-se toda a estrutura de origem dos produtos demandados pelos diversos usuários do sistema.

Resta apenas analisar a estrutura de produção do modelo Term-BR (Figura 2), criada com a intenção de otimizar diversos níveis do processo produtivo. A escolha do bem a ser produzido se dá por meio de uma função de elasticidade constante de transformação (CET) – seu sinal é oposto a CES, pois induz a transformação em favor do bem cujo preço relativo estiver aumentado. Ainda na produção, é utilizada uma função Leontief (proporções fixas), para combinar as quantidades necessárias de bens intermediários, fatores primários e outros custos, como os impostos sobre a produção. As demais escolhas

a serem feitas pelas firmas ocorrem por meio de uma função CES.

No topo da Figura 2, usando uma função CET, por meio de uma elasticidade de transformação, a firma é capaz de optar pela produção do bem cujo preço relativo está aumentando; dessa forma, pode ocorrer migração de culturas e produtos correlatos.

Após escolher o bem a ser produzido, a firma utiliza uma função Leontief para determinar a quantidade de cada insumo, os fatores primários e outros custos que serão gastos na produção do bem escolhido.

Ao escolher os insumos, a firma pode optar entre os de origem importada e os de origem doméstica. As mercadorias importadas, quando chegam aos portos brasileiros, sofrem o mesmo processo que os bens domésticos, isto é, a região de origem passa a ser considerada como o estado onde está localizado o porto que recebeu as mercadorias. Dessa forma, a elasticidade de Armington escolhe a parte de bens domésticos importados. Depois, o estado de origem desses bens é escolhido pela elasticidade de substituição entre origens domésticas, que é responsável por determinar a origem regional do insumo. No caso de produtos importados, isso significa que ele foi importado por um porto localizado na região de origem, apesar de não aparecer na Figura 2. Assim, a elasticidade de substituição entre origens atua para bens importados de forma similar a para bens domésticos.

Uma função CES também é formada para escolher a proporção de fatores primários a serem utilizados. Nesse caso, a elasticidade de substituição entre os fatores primários é responsável pelas escolhas entre terra, capital e trabalho.

As famílias maximizam suas utilidades usando funções do tipo Klein-Rubin, também conhecida como Stone-Geary. Essas funções permitem que os bens demandados sejam desagregados entre bens de subsistência e bens de luxo. A partir da maximização dessa função utilidade é, então, gerado um sistema de equa-

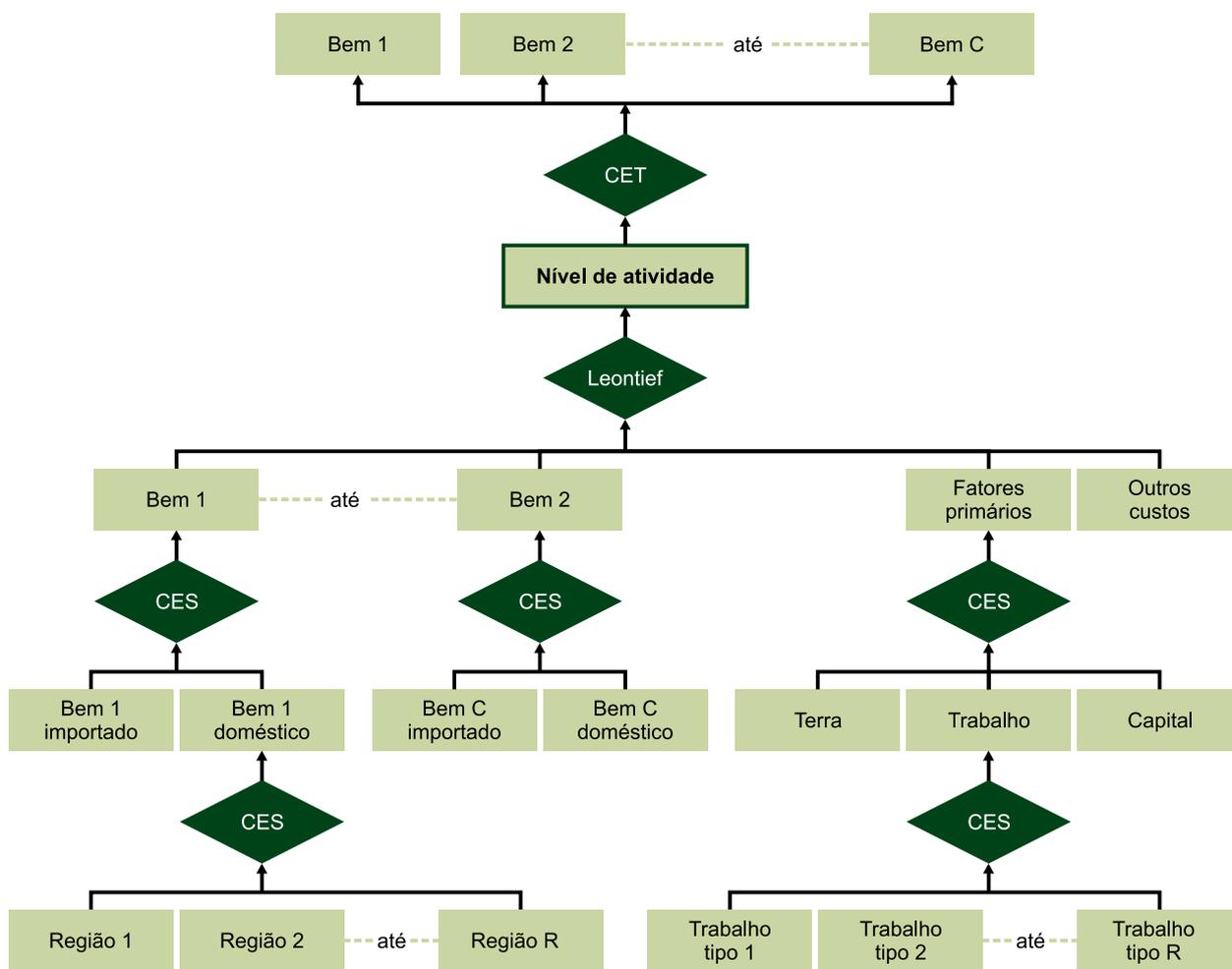


Figura 2. Estrutura de produção no TERM-BR.

Fonte: adaptado de Pambudi (2005).

ções de demanda, denominado Sistema Linear de Dispêndio. Nele, cada bem é descrito como uma função linear do dispêndio total e dos preços de todos os bens, sendo as equações que o compõem homogêneas de grau zero em preço e renda (SANTOS, 2006).

O modelo é implementado para as 27 regiões do País (26 estados e o Distrito Federal). Porém, em razão da enorme quantidade de dados gerados, os resultados serão apresentados apenas para o Espírito Santo, a Bahia, o Rio de Janeiro e Minas Gerais.

Quanto às atividades produtivas do modelo, a agregação realizada na base de dados permite observar, separadamente, 42 atividades

econômicas e 52 produtos. Porém, serão analisados no texto apenas os setores mais relevantes para o Espírito Santo e que apresentaram as maiores variações percentuais.

Comportamento do mercado de trabalho

O índice de preço utilizado foi o Laspeyres, que é uma relação entre o custo de aquisição de uma determinada cesta de mercadorias no período t e o custo de aquisição dessa mesma cesta no período-base, sendo a cesta de mercadorias definida no período-base. As dez classes de renda estabelecidas, conforme apresentado em Santos (2006), foram baseadas em definições

da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF)¹², de tal forma que POF [1] representa a classe de menor renda e POF [10] a classe de maior renda¹³. Os índices de preços ao consumidor, por classe de renda e por região, foram calculados tendo como fator de ponderação as parcelas de cada bem no consumo por classe de renda e região. Os dados para a determinação dessas parcelas são oriundos da POF 1995–1996 (IBGE, 1997).

Fechamento do modelo

Neste trabalho, apresentam-se dois cenários, um de curto e outro de longo prazo, simulando o aumento de 10% no salário dos trabalhadores do Espírito Santo que ganham até dois salários mínimos. A opção pelo choque nessa categoria se explica pelo efeito farol, ou seja, o aumento do salário mínimo sinaliza um aumento nos demais salários, sendo maior quanto mais próximo estiver do salário mínimo.

As principais características do fechamento macroeconômico a curto prazo são: a) a taxa de câmbio nominal é exógena, atuando como *numéraire*, e a balança comercial é endógena; b) a população e a oferta de trabalho nacional são fixas, e os salários reais se ajustam endogenamente; c) o consumo real do governo é deixado exógeno, enquanto o consumo real das famílias é endógeno em âmbito nacional e regional; e d) o estoque de capital e o de terra em todas as indústrias e em toda a região são exógenos, assim como o investimento nacional. O preço do salário é endógeno, exceto o salário da ocupação que recebe até 2 salários mínimos no Espírito Santo.

Em relação ao fechamento de longo prazo, as principais hipóteses de fechamento consideradas foram:

- Os estoques de capital e o investimento em cada indústria e região foram determinados endogenamente, deslocando-se para as regiões mais atrativas. Com isso, as taxas de retorno acabam convergindo aos seus valores iniciais, ou seja, a longo prazo são fixas.
- A população e a oferta de trabalho agregada são exógenas ao modelo, enquanto o preço do salário é endógeno, exceto para os trabalhadores do Espírito Santo que ganham até dois salários mínimos. A variação no salário real faz a oferta de trabalho (endógena) deslocar entre vários setores e regiões.
- Para simplificar, o consumo do governo é exógeno, enquanto o consumo real das famílias é endógeno, e ajusta-se ao investimento para manter a razão entre balança comercial e PIB exógena. Essa é uma visão consistente com o fato de que eventuais déficits comerciais não podem ser financiados indefinidamente pelo exterior (SANTOS, 2006).
- Por fim, o *numéraire* será o índice de preços ao consumidor (IPC agregado), de forma a facilitar as interpretações dos resultados, uma vez que todos os preços serão expressos conforme o IPC.

Resultados das simulações

Supondo um aumento de 10% no salário mínimo, isso representará, para o Espírito Santo, um aumento nominal médio nos salários de 1,51%, a curto prazo (CP). Todavia, por conta do aumento no índice de preços ao consumidor (IPC), de 0,61%, o salário médio real aumentará apenas 0,9% (Tabela 1).

¹² A POF é uma pesquisa que visa mensurar as estruturas de consumo, dos gastos e dos rendimentos das famílias e permite traçar um perfil das condições de vida da população brasileira com base na análise de seus orçamentos domésticos. A abrangência geográfica da pesquisa compreendeu domicílios particulares permanentes, localizados em perímetro urbano, das regiões metropolitanas de Belém, Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre, além de Brasília, DF, e o Município de Goiânia. Vale ressaltar que Belo Horizonte serviu de referência para Minas Gerais e Espírito Santo.

¹³ POF[1] de 0 a 2 salários mínimos; POF[2] de mais de 2 a 3 salários mínimos; POF[3] de mais de 3 a 5 salários mínimos; POF[4] de mais de 5 a 6 salários mínimos; POF[5] de mais de 6 a 8 salários mínimos; POF[6] de mais de 8 a 10 salários mínimos; POF[7] de mais de 10 a 15 salários mínimos; POF[8] de mais de 15 a 20 salários mínimos; POF[9] de mais de 20 a 30 salários mínimos; POF[10] acima de 30 salários mínimos.

Tabela 1. Efeitos do aumento do salário mínimo sobre o salário (em %).

Estado	Salário médio real		Salário médio nominal	
	CP	LP	CP	LP
Bahia	-0,021	0,007	-0,012	0,009
Minas Gerais	-0,021	0,005	-0,045	0,005
Espírito Santo	0,899	-0,312	1,51	-0,35
Rio de Janeiro	-0,021	-0,009	-0,048	-0,009

A curto prazo, enquanto o Espírito Santo tem um aumento no salário, os demais estados vizinhos amargam uma redução. Contudo, a longo prazo, observa-se o contrário, ou seja, uma redução no salário, tanto real quanto nominal, no Espírito Santo, enquanto os estados da Bahia e de Minas Gerais apresentam um aumento relativo no salário (Tabela 1).

A longo prazo, há uma redução do salário nominal no Espírito Santo. Além disso, o impacto do aumento no salário mínimo afeta tanto a demanda quanto a oferta de produtos. Quanto à demanda, ao aumentar, diretamente, a renda

das famílias que ganham até dois salários mínimos, aumenta o consumo a curto prazo, o que contribui para alavancar os investimentos. No entanto, essa política representa custos para o setor produtivo, tornando os produtos capixabas relativamente mais caros do que nos demais estados e no resto do mundo. Logo, o aumento no poder de compra e a redução na competitividade e, por consequência, na oferta provocam o aumento das importações e a redução das exportações, além do aumento no índice de preços ao consumidor (IPC). O que se observa é que, mesmo a curto prazo, é possível verificar uma ligeira redução no PIB estadual (Tabela 2).

Tabela 2. Efeitos do aumento do salário mínimo sobre os principais agregados macroeconômicos (em %).

Resultado obtido	Bahia		Minas Gerais		Espírito Santo		Rio de Janeiro	
	CP	LP	CP	LP	CP	LP	CP	LP
Indicadores agregados								
PIB real	0,025	0,013	-0,004	0,011	-0,071	-0,302	-0,003	-0,004
Demanda agregada								
Consumo real das famílias	0,027	0,025	-0,023	0,021	0,622	-0,613	-0,024	-0,006
Investimento real	0,109	0,012	-0,12	0,009	1,447	-0,273	-0,047	-0,005
Volume de exportação	0,002	-0,009	0,029	-0,001	-1,1	0,438	0,059	0,012
Volume de importação	0,017	0,017	-0,026	0,013	0,435	-0,381	-0,02	-0,005
Mercado de trabalho								
Emprego	0,047	0,011	-0,002	0,009	-0,277	-0,308	-0,003	-0,004
Salário real médio	-0,021	0,007	-0,021	0,005	0,899	-0,312	-0,021	-0,009
Preços								
Índice de preços ao consumidor	0,009	0,002	-0,025	0,001	0,611	-0,037	-0,027	0,000

Se a curto prazo ainda pode haver dúvidas quanto à eficácia da política salarial, a longo prazo constata-se seus efeitos colaterais. Além de reduzir o PIB, o consumo real das famílias, a quantidade de empregos e o investimento real, reduz também o salário médio real da economia capixaba. Os principais beneficiados com essa política serão os estados da Bahia, em percentual, e de Minas Gerais, em valores absolutos (Tabela 2).

Para compreender as variáveis envolvidas nos resultados macroeconômicos obtidos, é preci-

so analisar com cuidado os componentes afetados tanto pelo lado da demanda, que geram um resultado positivo para a economia, quanto pelo lado da oferta, que em geral será negativo (Tabela 2).

Iniciando a análise pela perspectiva da demanda, a primeira variável a ser afetada é o consumo das famílias. Analisando a Tabela 3, observa-se que o estado mais beneficiado foi a Bahia, pois obtém resultados positivos tanto a curto quanto a longo prazo. Por sua vez, o consumo das famílias no Rio de Janeiro ten-

Tabela 3. Efeitos do aumento do salário mínimo sobre a demanda das famílias (em %).

Setor / estado	Composição dos gastos das famílias (%)	Bahia		Minas Gerais		Espírito Santo		Rio de Janeiro	
		CP	LP	CP	LP	CP	LP	CP	LP
Produtos agropecuários	6,50	0,013	0,010	-0,028	0,008	0,247	-0,715	-0,052	-0,028
Material elétrico	1,60	0,045	0,037	-0,040	0,030	1,192	-0,834	-0,042	-0,006
Equipamento eletrônico	1,90	0,044	0,037	-0,042	0,030	1,174	-0,841	-0,044	-0,007
Automóveis	3,40	0,055	0,042	-0,051	0,033	1,352	-0,943	-0,051	-0,008
Madeira e mobílhados	1,20	0,051	0,039	-0,040	0,031	1,006	-0,918	-0,045	-0,012
Papel e gráfica	1,10	0,046	0,045	-0,046	0,036	1,219	-0,791	-0,046	-0,007
Farmácia e perfumaria	3,60	0,027	0,018	-0,017	0,014	0,577	-0,402	-0,018	-0,003
Artigos de vestuário	2,50	0,032	0,025	-0,021	0,018	0,585	-0,404	-0,021	-0,004
Beneficiamento vegetal	3,00	0,005	0,003	-0,006	0,002	0,103	-0,111	-0,006	-0,002
Abate animal	4,40	0,013	0,008	-0,018	0,003	0,33	-0,295	-0,018	-0,008
Indústria de laticínio	1,50	0,014	0,008	-0,018	0,004	0,367	-0,324	-0,019	-0,011
Outros produtos alimentares	4,90	0,020	0,014	-0,018	0,011	0,455	-0,350	-0,019	-0,005
Serviços ind. de utilidade pública	3,60	0,035	0,040	-0,032	0,039	0,754	-0,731	-0,026	-0,004
Comércio	6,20	0,052	0,039	-0,032	0,032	0,926	-0,823	-0,032	-0,006
Transportes	4,00	0,033	0,027	-0,026	0,021	0,716	-0,477	-0,025	-0,004
Comunicação	4,20	0,029	0,044	-0,021	0,035	0,766	-0,785	-0,029	-0,006
Instituições financeiras	3,20	0,057	0,043	-0,029	0,034	1,170	-0,669	-0,028	-0,006
Serviços às famílias	14,6	0,035	0,024	-0,023	0,019	0,59	-0,648	-0,024	-0,006
Aluguéis de imóveis	17,9	0,000	0,025	-0,001	0,022	0,046	-0,508	0,000	-0,001
Serviços não mercantis	2,10	0,041	0,053	-0,034	0,035	0,555	-0,591	-0,026	-0,004

de a reduzir em ambos os períodos analisados. No Espírito Santo, o aumento no salário mínimo gera impactos positivos apenas a curto prazo, enquanto, em Minas Gerais, observa-se o contrário – o resultado é positivo a longo prazo.

Com o aumento do salário mínimo, as famílias capixabas vão aumentar os seus gastos com automóveis, materiais elétricos (eletrodomésticos), equipamentos eletrônicos (televisão, computadores), instituições financeiras e móveis. Vale notar que, mesmo sendo o choque dado em famílias que ganham até 2 salários mínimos, não se observa um aumento considerável nos gastos com alimentos e vestuários, mesmo havendo distinção no modelo entre bens de luxo e de subsistência (Tabela 3).

Apesar de haver alguns indicadores positivos pelo lado da demanda a curto prazo – como aumento do consumo das famílias capixabas –, o aumento do salário mínimo representa um aumento nos custos de produção, o que desloca a curva de oferta para a esquerda, causando redução na quantidade produzida, redução na quantidade de empregos e aumento nos preços (Tabela 3).

O aumento no custo de produção é maior para os setores cujos custos com mão de obra de até dois salários mínimos são expressivos no custo total da produção. Portanto, de acordo com a MIP de 2001, era de se esperar que os setores mais atingidos no Espírito Santo fossem a agropecuária, o serviço prestado às famílias e o comércio (Tabela 4).

No entanto, como o trabalho não analisa emprego informal, apesar de esse ser influenciado pelo aumento no salário mínimo (efeito farol), acredita-se que os resultados obtidos possam ser subestimados para os setores com grande percentual de emprego informal, uma vez que esse não é computado no cálculo da MIP (Tabela 4).

Os setores que apresentaram maior aumento nos custos de produção a curto prazo foram construção civil (6,2%), aluguéis de imóveis (2,94%), serviços prestados às famílias (1,28%), comunicação (1,15%) e agropecuária (1,02%), conforme pode ser visualizado na Tabela 4. Ex-

ceto a agropecuária, os demais setores possuem características locais, e a importação é inelástica em relação ao preço. Houve também aumento nos custos do setor de aluguel de imóveis, já que mais de 70% dos seus custos provêm do setor de construção civil.

A variação na demanda das famílias juntamente com a variação no custo de produção vão determinar o preço e o nível de atividade de cada setor. Outro fator importante nesse caso consiste na elasticidade de substituição e importação dos produtos. Quanto mais inelástico for o bem, maior a possibilidade de o setor repassar os custos para os consumidores, e, portanto, menos afetado será seu nível de atividade. Além disso, a elasticidade-renda neste estudo é muito importante, pois, como o choque afeta diretamente a renda, as famílias tendem a aumentar o consumo dos bens que apresentam maior elasticidade em relação à renda (Tabela 4).

Na Tabela 5, observa-se que, em geral, o aumento da demanda não compensa o aumento no custo de produção, nem mesmo a curto prazo. Os poucos setores que aumentaram a produção sofreram uma redução na receita total, visto que a variação no custo foi superior ao aumento da produção.

A redução na produção provocará redução na demanda por mão de obra, principalmente de mão de obra pouco qualificada, pois ficou relativamente mais cara que as demais ocupações. De forma geral, observa-se uma redução de aproximadamente 3% na demanda por trabalhadores que ganham até dois salários mínimos no Espírito Santo. Os setores que apresentaram um índice maior de desemprego, de acordo com o modelo proposto, foram a agropecuária e o de beneficiamento vegetal. Isso indica que o interior do estado será mais prejudicado que a região metropolitana; todavia, para uma análise mais minuciosa dos efeitos sobre as regiões do Espírito Santo, seria de imensurável relevância uma MIP estadual (Tabela 6).

O único setor, entre os mais importantes para a economia capixaba, que conseguiu im-

Tabela 4. Efeitos do aumento do salário mínimo sobre o custo de produção, sem considerar os impostos (em %).

Custo de produção, sem considerar impostos	Composição da produção BR (%)	Composição da produção ES (%)	Bahia		Minas Gerais		Espírito Santo		Rio de Janeiro	
			CP	LP	CP	LP	CP	LP	CP	LP
Agropecuária	6,8	13,1	0,014	0,013	0,010	0,015	1,019	0,867	0,038	0,028
Extração mineral	0,5	4,9	-0,001	0,000	-0,017	-0,003	0,293	-0,169	-0,019	-0,007
Mineral não metálico	1,2	4	0,023	0,000	-0,003	-0,005	0,226	-0,203	-0,006	-0,009
Siderurgia	1,9	6,7	0,025	0,000	0,003	-0,003	0,028	-0,123	0,003	-0,002
Papel e gráfica	1,9	2,2	0,008	0,000	-0,020	-0,002	0,242	-0,294	-0,02	-0,003
Refino de petróleo	5,5	0,5	-0,013	-0,001	-0,002	-0,004	-0,528	-0,088	-0,013	-0,005
Artigos de vestuário	0,9	1,1	-0,004	0,000	-0,028	0,000	0,476	-0,378	-0,029	-0,003
Beneficiamento vegetal	1,3	1,1	0,006	0,012	0,002	0,016	0,528	0,349	0,017	0,036
Abate animal	1,7	1,1	0,007	0,011	0,014	0,030	0,382	0,232	0,024	0,044
Outros prod. alimentares	2	1,2	-0,001	0,005	-0,012	0,006	0,300	0,024	-0,007	0,012
Indústrias diversas	0,6	1,4	0,025	0,000	-0,005	-0,002	0,233	-0,095	-0,004	-0,006
Siup	3,5	4,9	0,026	0,001	-0,052	-0,004	0,988	-0,377	-0,052	-0,007
Construção civil	7,5	9	0,545	0,001	-0,318	-0,006	6,207	-0,200	-0,223	-0,010
Comércio	7,7	9,2	-0,002	0,002	-0,032	0,000	0,768	-0,222	-0,034	-0,006
Transportes	3,6	4,9	-0,003	0,001	-0,024	-0,001	0,430	-0,358	-0,027	-0,006
Comunicação	2,4	2,1	0,043	0,000	-0,048	-0,002	1,155	-0,350	-0,038	-0,006
Instituição financeira	4,6	2,9	0,004	0,003	-0,04	0,001	0,587	-0,710	-0,041	-0,007
Serviços às famílias	5,2	4,2	0,000	0,005	-0,031	0,003	1,277	0,170	-0,028	-0,002
Serviços às empresas	3,1	2,5	0,004	0,003	-0,027	0,000	0,471	-0,625	-0,027	-0,007
Aluguéis de imóveis	6,1	4,4	0,140	0,001	-0,091	-0,009	2,936	-0,176	-0,074	-0,011
Administração pública	11,2	11,5	-0,005	0,006	-0,039	0,003	0,558	-1,067	-0,04	-0,007

pedir essa recessão foi o da construção civil, que teve um aumento de 4,5% com esse tipo de ocupação (Tabela 6). Foguel (1998), ao utilizar diferenças em diferenças, obteve resultado similar para o setor de construção civil, mas não conseguiu compreender como um setor com elevado percentual de mão de obra com baixa qualificação apresenta resultado insignificante em resposta ao aumento do salário mínimo estadual.

É difícil explicar esses resultados à luz das teorias disponíveis. De fato, é possível que o

salário mínimo seja mais relevante para determinar as variações no nível de emprego de uns setores e menos importante para as de outros. [...] até certo ponto surpreendente é o impacto nulo do salário mínimo sobre o setor de construção civil. (FOGUEL, 1998, p. 22).

No entanto, dois fatores explicam esse resultado: o fato de ser um bem elástico, ou seja, um aumento na renda gera um aumento ainda maior na demanda por imóveis; e a impossibilidade de importação desse bem.

Tabela 5. Efeitos do aumento do salário mínimo sobre a produção total das indústrias (em %).

Produção total das indústrias	Composição da produção BR (%)	Composição da produção ES (%)	Bahia		Minas Gerais		Espírito Santo		Rio de Janeiro	
			CP	LP	CP	LP	CP	LP	CP	LP
Agropecuária	6,8	13,1	0,016	0,022	0,03	0,03	-1,284	-1,227	0,048	0,05
Extração mineral	0,5	4,9	0,003	0,007	0,018	0,023	-0,759	0,476	0,019	0,028
Mineral não metálico	1,2	4	0,02	-0,011	0,018	-0,02	-0,333	0,367	0,015	-0,031
Siderurgia	1,9	6,7	0,006	-0,001	0,006	-0,008	-0,096	0,413	0,005	-0,013
Papel e gráfica	1,9	2,2	0,013	0,007	0,009	0,003	-0,297	0,24	0,01	-0,005
Refino de petróleo	5,5	0,5	-0,001	0,007	0,001	0,009	-0,071	-0,14	0,001	-0,001
Artigos de vestuário	0,9	1,1	0,015	0,003	-0,002	0,007	-0,007	0,013	-0,001	-0,009
Beneficiamento vegetal	1,3	1,1	-0,018	-0,004	0,002	-0,005	-0,972	-0,63	-0,034	-0,06
Abate animal	1,7	1,1	-0,001	0,024	-0,021	-0,021	-0,656	-0,638	-0,059	-0,071
Outros prod. alimentares	2	1,2	-0,002	0,012	0,003	0,005	-0,797	-0,513	-0,004	-0,025
Indústrias diversas	0,6	1,4	0,021	-0,012	0,017	0	-0,521	0,092	0,019	-0,01
Siup	3,5	4,9	0,015	0,02	-0,011	0,02	0,208	-0,314	-0,008	-0,006
Construção civil	7,5	9	0,122	0,004	-0,066	0,001	1,232	-0,201	-0,044	-0,004
Comércio	7,7	9,2	0,019	0,019	0,003	0,008	-0,299	-0,24	0,001	-0,011
Transportes	3,6	4,9	0,023	0,018	0,009	0,008	-0,345	0,086	0,003	0,001
Comunicação	2,4	2,1	0,023	0,033	-0,007	0,021	0,329	-0,454	-0,001	-0,004
Instituição financeira	4,6	2,9	0,027	0,021	-0,002	0,014	0,109	-0,21	-0,001	-0,005
Serviços às famílias	5,2	4,2	0,032	0,02	-0,014	0,016	0,386	-0,572	0,003	-0,021
Serviços às empresas	3,1	2,5	0,014	0,007	0,018	0,01	-0,396	0,256	0,021	0,005
Aluguéis de imóveis	6,1	4,4	0,001	0,025	0	0,021	0,023	-0,442	0	-0,004
Administração pública	11,2	11,5	-0,005	0,006	-0,039	0,003	0,558	-1,067	-0,04	-0,007

Ao analisar a variação no investimento, observa-se redução geral a curto prazo, exceto para os setores de produção local, como construção civil, serviços prestados para famílias e serviços industriais de utilidade pública (Siup), como fornecimento de água e energia. A longo prazo, alguns setores conseguem se recuperar, mas ainda se observam efeitos negativos nos setores que foram mais prejudicados, conforme deixa ver a Tabela 7.

A redução do investimento no Espírito Santo é contrabalanceada por um aumento em

Minas Gerais, o que sugere uma perda de competitividade em relação aos estados vizinhos. Os resultados apresentados para o Espírito Santo seguem a mesma tendência dos obtidos por Rolim (2007) para o Estado do Paraná. Os resultados apontam queda no PIB real, no emprego e na competitividade do estado, tanto a curto quanto a longo prazo.

Ao utilizar o aumento do salário mínimo como política pública, sem levar em conside-

Tabela 6. Efeitos do aumento do salário mínimo sobre a demanda por trabalhadores que ganham até dois salários mínimos (em %).

Setor	Bahia		Minas Gerais		Espírito Santo		Rio de Janeiro	
	CP	LP	CP	LP	CP	LP	CP	LP
Agropecuária	0,034	0,028	0,063	0,037	-3,835	-3,457	0,102	0,071
Extração mineral	0,005	0,005	0,034	0,021	-3,114	-1,547	0,036	0,029
Mineral não metálico	0,051	-0,014	0,046	-0,023	-2,621	-1,592	0,039	-0,03
Siderurgia	0,048	-0,005	0,047	-0,011	-2,628	-1,312	0,044	-0,009
Papel e gráfica	0,028	0,005	0,019	0,001	-2,492	-1,696	0,022	-0,003
Refino de petróleo	-0,016	0,003	0,033	0,004	-3,478	-1,801	0,012	0
Indústria têxtil	-0,002	0,011	0,02	0,005	-3,209	-2,345	-0,01	-0,027
Indústria de café	0,017	0,014	0,018	0	-3,854	-2,764	0,004	0,006
Beneficiamento vegetal	-0,035	-0,003	0,004	-0,005	-3,619	-2,51	-0,066	-0,049
Abate de animal	-0,002	0,022	-0,05	-0,024	-3,271	-2,614	-0,139	-0,069
Indústria de laticínio	0,005	0,024	-0,032	-0,011	-3,286	-2,629	-0,096	-0,048
Outros prod. alimentares	-0,003	0,011	0,006	0,003	-3,216	-2,481	-0,008	-0,021
Siup	0,042	0,017	-0,029	0,016	-1,273	-2,195	-0,021	-0,005
Construção civil	0,621	0,001	-0,335	-0,005	4,502	-2,103	-0,223	-0,005
Comércio	0,022	0,019	0,003	0,007	-2,039	-2,296	0,001	-0,011
Transportes	0,023	0,018	0,009	0,008	-2,153	-2,089	0,003	0,001
Comunicação	0,068	0,03	-0,021	0,018	-0,903	-2,316	-0,002	-0,003
Instituição financeira	0,038	0,02	-0,003	0,013	-1,714	-2,326	-0,001	-0,004
Serviços às famílias	0,035	0,02	-0,016	0,016	-1,146	-2,514	0,004	-0,02
Serviços às empresas	0,02	0,006	0,026	0,008	-2,398	-1,817	0,031	0,005
Aluguéis de imóveis	0,071	0,021	-0,023	0,014	-0,756	-2,154	-0,013	-0,005
Administração pública	0,001	0	0,001	0	0,112	-0,291	0,001	0
Serviços não mercantis	0,040	0,053	-0,033	0,035	-1,323	-2,561	-0,024	-0,001

ração outras políticas que possam estar em vigência concomitantemente, o resultado sugere inflação de custos. Se o aumento no salário se der apenas em uma região, os mercados compostos por produtos de fácil importação perderão competitividade, agravando-se, ao se tratar de commodities.

Considerações finais

Pela análise dos dois cenários apresentados, pode-se concluir que o aumento do salário mínimo não é suficiente para gerar impactos positivos de longo prazo na economia capixaba. Quanto à distribuição de renda, o que se pode

Tabela 7. Efeitos do aumento do salário mínimo sobre investimento (em %).

Setor	Bahia		Minas Gerais		Espírito Santo		Rio de Janeiro	
	CP	LP	CP	LP	CP	LP	CP	LP
Agropecuária	0,028	0,026	0,061	0,036	-1,15	-0,7	0,086	0,048
Extração mineral	-0,075	0,009	0,043	0,025	-1,501	0,479	0,042	0,027
Mineral não metálico	-0,044	-0,009	0,065	-0,018	-1,293	0,259	0,052	-0,032
Siderurgia	0,014	-0,001	0,052	-0,007	-0,98	0,339	0,044	-0,013
Papel e gráfica	-0,085	0,009	0,032	0,006	-1,405	-0,018	0,03	-0,006
Refino de petróleo	-0,152	0,008	0,052	0,009	-2,819	-0,169	0,021	-0,001
Artigos de plástico	-0,075	0,013	0,004	0,009	-1,166	-0,18	0,01	-0,008
Indústria têxtil	-0,094	0,015	0,026	0,009	-1,641	-0,255	-0,02	-0,031
Artigos de vestuário	-0,143	0,006	0,013	0,011	-0,893	-0,348	0,01	-0,01
Beneficiamento vegetal	-0,115	-0,005	-0,007	-0,006	-2,484	-0,86	-0,127	-0,071
Abate de animal	-0,195	0,026	-0,045	-0,019	-2,803	-0,727	-0,17	-0,072
Indústria de laticínio	-0,183	0,028	-0,022	-0,005	-2,781	-0,73	-0,113	-0,05
Outros prod. alimentares	-0,12	0,013	0,011	0,006	-2,156	-0,662	-0,02	-0,03
Siup	-0,094	0,021	-0,026	0,022	-0,029	-0,526	-0,019	-0,006
Construção civil	0,502	0,005	-0,393	0,002	6,35	-0,262	-0,254	-0,004
Comércio	-0,215	0,023	0,037	0,013	-1,535	-0,32	0,028	-0,011
Transportes	-0,231	0,022	0,049	0,015	-2,022	-0,309	0,035	0,001
Comunicação	-0,075	0,035	-0,013	0,023	0,338	-0,666	0,007	-0,004
Instituição financeira	0,047	0,024	-0,02	0,017	0,526	-0,625	-0,019	-0,006
Serviços às famílias	-0,149	0,024	0,001	0,021	0,286	-0,357	0,02	-0,022
Serviços às empresas	-0,167	0,01	0,056	0,014	-1,83	-0,096	0,057	0,005
Alugueis de imóveis	-0,266	0,025	0,027	0,021	-1,095	-0,454	0,032	-0,004
Administração pública	-0,288	0,004	0,043	0,007	-2,09	-0,663	0,036	0
Serviços não mercantis	-0,231	0,057	-0,003	0,042	-1,015	-0,689	0	-0,001

concluir é que o aumento de 10% no salário mínimo gera redução de aproximadamente 3% na demanda por mão de obra pouco qualificada, tanto em curto quanto em longo prazo. Para os que continuarem empregados, haverá um au-

mento real no consumo dessas famílias, mas apenas em curto prazo, visto que, a longo prazo, observa-se uma redução do salário real.

Pela ótica do produtor, o aumento no salário mínimo corresponde a um aumento nos

custos de produção e no consumo via aumento de renda. Como o custo do produto capixaba aumenta em relação aos demais estados, o que ocorre é um aumento no consumo de mercadorias de produtos provenientes de outros estados. Todavia, setores onde a importação não é possível, tais como construção civil, aluguéis, serviços às famílias (restaurantes, hospedagem, salão de beleza, escolas, etc.), produtos perecíveis no setor agrícola e serviços de utilidade pública (distribuição de água e luz) são beneficiados a curto prazo por essa política, visto que ganham com o aumento no consumo e podem repassar o aumento nos custos para os consumidores.

Os resultados sugerem que os setores que predominam em áreas rurais serão mais prejudicados. Isso se explica por vários motivos: o custo de vida nessas regiões é inferior ao da capital, a maior parte das empresas é de pequeno porte e o custo de um funcionário (salário mais encargos) é significativo em relação aos rendimentos. Por sua vez, na região metropolitana, os efeitos do aumento no salário mínimo é menos perceptível, uma vez que as empresas costumam pagar salários superiores ao mínimo.

Parece inadmissível a implantação de um piso salarial estadual que não leve em consideração os custos de vida sub-regional. Como é possível perceber, a agropecuária foi um dos setores mais prejudicados. Mais de 50% dessa atividade no estado é constituída por café, e sua produção caracteriza-se por pequenas propriedades de agricultura familiar que contrata, eventualmente, mão de obra no período da colheita. O aumento do salário mínimo nos municípios do interior só aumentaria o emprego informal e inflacionaria a economia, custos esses que o produtor não conseguiria repassar no preço do produto vendido, por se tratar de commodity.

Referências

BRASIL. Lei complementar n. 103, de 14 de julho de 2000. Autoriza os Estados e o Distrito Federal a instituir o piso salarial a que se refere o inciso V do art. 7 da Constituição Federal, por aplicação do disposto no parágrafo único do seu art. 22. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 jul. 2000.

BRASIL. Secretaria de Comércio Exterior. **Alice-Web**: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via internet. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 24 abr. 2011.

CACCIAMALI, M. C. A política de salário mínimo e a sua influência na distribuição de renda. In: SEMINÁRIO SALÁRIO MÍNIMO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2005, Campinas. 2005. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/sal_min/textos_salario.asp>. Acesso em: 20 jul. 2010.

DOMINGUES, E. P.; MAGALHÃES, A. S.; FARIA, W. R. Infraestrutura, crescimento e desigualdade regional: uma projeção dos impactos dos investimentos do programa de aceleração do crescimento (PAC) em Minas Gerais. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 1, p. 121-158, 2009.

FACHINELLO, A. L. **Avaliação do impacto econômico de possíveis surtos da gripe aviária no Brasil**: uma análise de equilíbrio geral computável. 2008. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FOGUEL, M. N. **Uma avaliação dos efeitos do salário mínimo sobre o mercado de trabalho no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 1998. 26 p. (Ipea. Texto para Discussão, 564).

GURGEL, A. C., CAMPOS, A. C. Avaliação de políticas comerciais em modelos de equilíbrio geral com pressuposições alternativas quanto aos retornos à escala. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 323-354, 2006.

HORRIDGE, M.; MADDEN, J.; WITTEWER, G. The impact of the 2002-2003 drought on Australia. **Journal of Policy Modeling**, New York, v. 27, n. 3, p. 85-308, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas regionais do Brasil**: 2008. 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 maio 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares – POF 1995/96**. Rio de Janeiro, 1997. 1 CD-ROM.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática**: Sidra: banco de dados agregados. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 jul. 2011.

PAMBUDI, D. D. **Regional strategies to attract investment**: using a computable general equilibrium modelo f Indinesia. 2005. 157 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – Faculty of Business and Economics, Monash University, Melbourne.

PAVÃO, A. R.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Impactos econômicos da introdução do milho Bt11 no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 49, n. 1, p. 81-108, 2011.

ROLIM, C. Impactos econômicos da adoção de um salário mínimo regional para o Estado do Paraná. In: ENCONTRO DE ECONOMIA PARANAENSE, 5., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba : UFPR, 2007. p. 1-13.

SANTOS, C. V. dos. **Política tributária, nível de atividade econômica e bem-estar**: lições de um modelo de equilíbrio geral inter-regional. 2006. 139 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <[http://www.teses.usp](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-10052006-152813/)

[br/teses/disponiveis/11/11132/tde-10052006-152813/](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-10052006-152813/)>. Acesso em: 4 maio 2008.

SOARES, S. S. D. **O impacto distributivo do salário mínimo: a distribuição individual dos rendimentos do trabalho**. Rio de Janeiro: Ipea, 2002. 51 p. (Ipea. Texto para Discussão, 873).

ULYSSEA, G.; FOGUEL, M. **Efeitos do salário mínimo sobre o mercado de trabalho brasileiro**. Rio de Janeiro: Ipea, 2006. 12 p. (Ipea. Texto para Discussão, 1168).

Análise econômica da produção de soja e de milho na safra de verão, no Estado do Paraná¹

Cármem Ozana de Melo²
Gerson Henrique da Silva³
Maura Seiko Tsutsui Esperancicni⁴

Resumo – O cultivo da soja e do milho constitui uma importante atividade no Estado do Paraná, gerando emprego, renda e divisas. Contudo, vem-se observando o deslocamento da destinação de áreas de plantio de milho de primeira safra (verão) para a produção de soja. Nesse contexto, este trabalho se propôs a proceder à análise econômica da produção de soja e do milho de primeira safra, por meio da avaliação dos riscos associados às duas culturas. Utilizando as variáveis de risco “preço” e “custos de produção”, foi possível verificar que a rentabilidade das atividades é mais sensível ao preço do que aos custos, em ambas as atividades. Verificou-se também que a soja apresenta possibilidades de prejuízo mais alto para menores níveis de risco, e que, à medida que o risco aumenta, oferece retornos mais atraentes, em comparação com o milho. Desse modo, a soja constitui uma alternativa mais viável para produtores com menor aversão ao risco.

Palavras-chave: análise de risco, produção agrícola, receita e custo de produção, sistemas de produção.

Economic analysis of corn and soybean production – summer crop in the State of Paraná, Brazil

Abstract – Cultivation of soybeans and corn is an important activity in the state of Paraná, Brazil, generating employment, income, and foreign exchange. However, it was noted a displacement of areas for soybeans cultivation where the corn was cultivated in the first season (summer). In this context, this study aimed to analyze economically the production of soybeans and corn in the first season, assessing the risks associated with these two cultures. Using the variables of risk price and costs of production, it was possible to identify the risk main sources and their influence on net inco-

¹ Original recebido em 16/1/2012 e aprovado em 18/1/2012.

² Economista, Doutora em Agronomia/Energia na Agricultura, professora adjunta da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Rua Maringá, 1.200, Francisco Beltrão, PR. E-mail: carmem.melo@unioeste.br

³ Economista, Doutor em Agronomia/Energia na Agricultura, professor adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Rua Maringá, 1.200, Francisco Beltrão, PR. E-mail: gerson.silva@unioeste.br

⁴ Engenheira-agrônoma, Doutora em Economia, livre-docente da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Rua José Barbosa de Barros, 1.780, Botucatu, SP. E-mail: maura@fca.unesp.br

me. Results showed that the activities profitability is more sensitive to price than the costs in both activities. Soybeans also present the possibility of higher impairment when there are lower risk levels; and as the risk increases, there are more interesting returns, compared to corn. Thus, the soybean is a better alternative for producers with less risk aversion.

Keywords: risk analysis, agricultural production, income and cost of production, production systems.

Introdução

O milho e a soja são importantes produtos agrícolas, dada a múltipla diversidade de utilização desses grãos, que são usados para a alimentação humana e animal e a geração de energia. Contudo, o maior destino do milho é para a produção de ração para a avicultura e a suinocultura, setores de grande importância econômica e social, tanto em âmbito nacional quanto em estadual. Ademais, a soja é uma das principais commodities na pauta das exportações brasileiras.

No Estado do Paraná, tanto o cultivo da soja quanto o do milho têm bastante relevância. Com efeito, segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento, o Paraná é o maior produtor nacional de grãos, apresentando uma pauta agrícola diversificada. A soja e o milho têm destaque na estrutura produtiva da agricultura local (IPARDES, 2012).

Tais culturas ganharam destaque especialmente a partir da década de 1960, com o advento da Revolução Verde, no processo de modernização da agricultura, sendo importantes absorvedoras de máquinas, insumos e mão de obra, e grandes fornecedoras de insumos à agroindústria, especialmente à relacionada aos produtos suínos e avícolas.

Segundo Hubner (2010), o marco do início da produção de soja no estado se deu nos anos 1970, com expressivo crescimento nas décadas seguintes, especialmente a partir de 1990. Além da expansão de área, houve aumento de rendimento. Em 1970, o Paraná produziu 0,37 milhão de toneladas de soja, com um rendimento médio de 1.210 kg/ha. Alcançou, em 2010, 13,91 milhões de toneladas, com um rendimento médio de 3.182 kg/ha, ocupando a segunda colocação nacional em termos de produção (HUBNER, 2010).

Em relação ao milho, de acordo com Demarchi (2010), o Paraná é o maior produtor do País, tendo respondido, nos últimos 5 anos, por 24% da quantidade ofertada na primeira safra, e por 31% da quantidade ofertada na segunda safra. A produção nas últimas cinco safras foi, em média, de 12,61 milhões de toneladas, representando 26% da produção brasileira. O estado é um tradicional fornecedor de milho, tanto para o mercado interno quanto para o externo, já tendo sido o principal estado exportador. Em 2010, perdeu, porém, essa posição para Mato Grosso, em volume exportado. No período de 2006 a 2010, o Paraná exportou cerca de 37% do total da exportação nacional – enquanto a exportação paranaense de milho foi de 2,7 milhões de toneladas por ano, nesse mesmo período, o Brasil exportou, em média, 7,2 milhões de t/ano (DEMARCHI, 2010).

Em termos de participação no valor bruto da produção agropecuária (VBP) do estado, segundo o Departamento de Economia Rural da Secretaria de Estado de Agricultura e Abastecimento do Paraná, o segmento agricultura é o que apresenta a maior participação: em 2010, teve participação de 49% do VBP (R\$ 22,7 bilhões), enquanto a participação da pecuária foi de 43% (R\$ 18,4 bilhões) e a de produtos florestais foi de 8% (R\$ 3,2 bilhões) (PARANÁ, 2012a).

Ao se analisar a participação por produto, verifica-se que a soja e o milho aparecem entre os três primeiros produtos agrícolas em importância na composição do VBP de 2010: a soja em primeiro, participando com R\$ 8,1 bilhões no VPB, e o milho em terceiro, com R\$ 3,7 bilhões. No ranking de participação no VBP, também cabe apontar alguns produtos relacionados diretamente ao milho e à soja, como o frango de corte, que, em 2010, aparece na segunda colocação (R\$ 5,4 bilhões), e o suíno de corte

(R\$ 1,6 bilhão), que também figura entre os dez produtos de maior relevância no VBP (PARANÁ, 2012a).

Tais fatos estão intimamente relacionados à opção dos produtores rurais pelo cultivo de tais produtos, gerando impactos importantes no estado em geral. As culturas de milho e de soja são as que apresentaram o maior número de municípios com especialização em seu cultivo, além de esses produtos estarem presentes em grande parte dos municípios paranaenses. Com base em dados da produção agrícola municipal de 2000, Melo (2006) concluiu que o cultivo do milho se deu em quase todos os municípios paranaenses (397 dos 399). Ademais, houve um número significativo de municípios onde a área plantada com a cultura igualou-se a ou excedeu os 40% da área plantada total.

O cultivo da soja também se mostrou presente em grande parte dos municípios (332), sendo que a proporção de área ocupada com tal cultura aumentou bastante: em 124 municípios, a área destinada ao plantio da soja foi igual ou superior a 40% da área plantada total (MELO, 2006).

Não há, pois, como negar o deslocamento, observado ao longo dos anos, da destinação de áreas cultivadas com milho de primeira safra para a produção de soja. Dados da Seab/Deral (PARANÁ, 2011b) apontam que a área de cultivo do milho de primeira safra (safra de verão) reduziu-se significativamente em decorrência do aumento da área da soja.

Demarchi (2009) chegou à mesma conclusão, ao constatar que, nos últimos 15 anos, a área com cultivo de milho da primeira safra apresentou um recuo de 39%, cedendo espaço para a expansão da soja:

No início da década de 1990, a área plantada girava em torno de 2,3 milhões de hectares. Nos últimos 3 anos, a área média de cultivo foi de 1,3 milhão de hectares (DEMARCHI, 2009, p. 23).

Considerando o cultivo do milho nas duas safras, o autor constatou que

[...] a área cultivada de milho, considerando-se as duas safras (verão e safrinha), tem se situado em 13,75 milhões de hectares. Observa-se uma tendência de decréscimo na área cultivada na primeira safra, em contrapartida está ocorrendo uma expansão no plantio da segunda safra. Porém a área total cultivada com o cereal vem decaindo [...] (DEMARCHI, 2010, p. 6).

Comentando essa opção dos agricultores, Hubner (2010) explica que, como o plantio de milho de segunda safra (safrinha) mostrou-se viável, seu cultivo expandiu-se especialmente pelas regiões mais quentes do estado, causando a migração do milho de primeira safra para a área até então ocupada pelo milho de segunda safra. Outros fatores interferiram nessa mudança, como: as poucas opções de cultivo de inverno, a possibilidade de oferta de milho na entressafra e a opção pelo plantio da soja na safra de verão.

Depreende-se daí que a explicação para o deslocamento de área de cultivo de milho da safra de verão para o de plantio de soja deve ser norteada pela ideia de que o cultivo da soja deve proporcionar melhores resultados econômicos do que o cultivo de milho. Assim, a premissa que embasa este estudo é que, como em toda atividade agropecuária, a produção de soja e a de milho também incorrem em riscos, o que pode comprometer seu desempenho, cabendo ao empreendedor a aplicação de seus recursos na atividade que lhe oferecer maiores probabilidades de retorno, com vista à melhor alocação dos recursos disponíveis. Nesse sentido, pretende-se, neste trabalho, proceder à análise econômica da produção de soja e de milho de primeira safra (safra de verão), por meio da comparação dos resultados econômicos obtidos pelas duas culturas, avaliando-se, entre outros fatores, as fontes de risco e sua influência na rentabilidade das atividades, no Estado do Paraná.

O estudo pode subsidiar a tomada de decisão, particular ou pública, ao fornecer um indicativo para a escolha das linhas de produção a serem adotadas, permitindo, assim, ao empreendedor rural, dispor dos recursos utilizados na produção para alcançar os melhores resultados econômicos.

Metodologia

Análise de risco

A decisão de realizar investimentos considera o grau de incerteza e risco a ela associado. Em aplicações econômicas, a distinção entre risco e incerteza tem sido feita com base na disponibilidade das informações que permitam mensurar a probabilidade de ocorrência de eventos futuros. Diz-se que há risco em uma atividade quando são conhecidos os possíveis valores assumidos por certa variável relevante e respectivas probabilidades de ocorrência. Quando as probabilidades de ocorrência ou estados futuros da variável não são conhecidos, diz-se que há incerteza (ARÊDES et al., 2007; FIGUEIREDO et al., 2006).

De acordo Heifner e Coble (1999 citado por ESPERANCINI, 2006), as maiores fontes de risco sistemático na agricultura, ou seja, aquelas que podem de alguma forma ser objeto de previsão e quantificação, são: produção, preços dos produtos e custos de produção. Outras fontes de risco podem guardar relação entre si (como, por exemplo, risco cambial e de preços, e risco institucional, influenciando riscos financeiros). Sendo assim, neste trabalho, é feita a análise da rentabilidade da produção de soja e de milho da safra verão, associada às seguintes variáveis de risco: preço dos produtos e custos de produção. A primeira representa a receita, enquanto a última refere-se ao custo total de produção (custos fixos e variáveis).

A análise de rentabilidade consiste, em geral, na comparação da receita com o custo de produção. O conceito mais usado é a receita média ou preço por unidade de produto. A receita representa o resultado da atividade em valores monetários. O lucro ou receita líquida é a diferença entre as receitas e os custos, podendo ser total, para toda a produção, ou médio, por unidade de produto (REIS, 1997).

Material e métodos

Para determinar a rentabilidade (renda líquida) e o risco da produção da soja e do milho

da safra de verão no Estado do Paraná, foi utilizado o método de simulação de Monte Carlo, com o auxílio do software @Risk 5.5 (PALISADE CORPORATION, 2009).

O método de Monte Carlo é reconhecido como uma técnica válida por apresentar uma série de vantagens, como redução de tempo e de custos, e possibilidades de repetição, em várias condições de produção. Ademais, ao contrário da análise determinística, que utiliza valores únicos para a obtenção de um indicador do sistema, a técnica de simulação de Monte Carlo permite incorporar as possibilidades de alteração das variáveis, segundo as probabilidades de sua ocorrência (CRUZ, 1986 citado por ESPERANCINI, 2006).

Esse método é composto das seguintes etapas: a) seleção e identificação das distribuições de probabilidades das variáveis em estudo; b) seleção aleatória de um valor de cada variável em estudo, associada à probabilidade de sua ocorrência; c) determinação do valor do indicador de desempenho do sistema, utilizando o valor da variável associada à probabilidade de ocorrência; e d) repetição das etapas 2 e 3 até que a distribuição de probabilidade do indicador de rentabilidade satisfaça as exigências dos tomadores de decisão (AVEN, 2003 citado por ESPERANCINI, 2006).

Nesta pesquisa, associou-se a rentabilidade e o custo às variáveis básicas: preços (receita) e custos de produção. Para os preços, a determinação de sua distribuição foi dada com base em uma série de preços médios mensais recebidos pelos produtores (R\$/saca de 60 kg), no período de novembro de 2005 a novembro de 2011. Os valores foram corrigidos pelo IGP-DI, com base em novembro de 2011 (FGV, 2011). Após o deflacionamento, foi determinada a distribuição de frequência, com os melhores resultados estatísticos pelo critério qui-quadrado.

Para os custos, inicialmente procurou-se identificar os itens que tinham maior peso no custo total de produção (por saca de 60 kg). Tomando-se como base de referência a estrutura de custos de novembro de 2011 (Tabelas 1 e 2),

Tabela 1. Estimativa do custo de produção do milho primeira safra (safra de verão), pelo plantio convencional, no Estado do Paraná, em novembro de 2011 (produtividade: 100 sc. 60 kg/ha).

Especificação	R\$/ha	R\$/60 kg	Participação (%)
1 Operação de máquinas e implementos	384,77	3,85	15,31
2 Despesas de manutenção de benfeitorias	27,22	0,27	1,08
3 Mão de obra temporária	33,37	0,33	1,33
4 Sementes/manivas	202,68	2,03	8,06
5 Fertilizantes	473,50	4,74	18,84
6 Agrotóxicos	31,94	0,32	1,27
7 Despesas gerais	24,66	0,25	0,98
8 Transporte externo	100,80	1,01	4,01
9 Assistência técnica	25,15	0,25	1,00
10 Proagro/seguro	45,73	0,46	1,82
11 Juros	64,29	0,64	2,56
Total dos custos variáveis (A)	1.414,11	14,15	56,26
1 Depreciação de máquinas e implementos	278,05	2,78	11,06
2 Depreciação de benfeitorias e instalações	36,29	0,36	1,44
3 Sistematização e correção do solo	150,99	1,51	6,01
4 Cultura	–	–	–
5 Seguro do capital	22,16	0,22	0,88
6 Mão de obra permanente	164,26	1,64	6,54
Subtotal (B)	651,75	6,51	25,93
7 Remuneração do capital próprio	204,43	2,04	8,13
8 Remuneração da terra	243,09	2,43	9,67
Subtotal (C)	447,52	4,47	17,81
Total dos custos fixos (B + C)	1.099,27	10,98	43,74
Custo operacional (A + B)	2.065,86	20,66	82,19
Custo total (A + B + C)	2.513,38	25,13	100,00

Fonte: Paraná (2012b).

verificou-se que os custos variáveis têm maior peso no custo total de produção. No caso do milho, o custo variável responde por 56,26% do custo total, enquanto 43,74% são representados pelo custo fixo (incluindo aí a remuneração do capital próprio e da terra). Para a soja, os custos variáveis são da ordem de 55,27%, e os fixos (incluindo remuneração do capital próprio e da terra), de 44,73% do custo total de produção.

Ademais, considerando o que ressalta Reis (1997), ao afirmar que os custos variáveis são os mais considerados pelo produtor agrícola na tomada de decisão, por se tratarem de desembolsos efetuados dentro do ciclo produtivo, optou-se por avaliar os riscos dos custos de produção desmembrados em custos variáveis e custos fixos (R\$ por saca de 60 kg), no período de novembro de 2005 a novembro de 2011. Os va-

Tabela 2. Estimativa do custo de produção da soja, plantio convencional, no Estado do Paraná, em novembro de 2011 (produtividade: 44 sc. 60 kg/ha).

Especificação	R\$/ha	R\$/60 kg	Participação (%)
1 Operação de máquinas e implementos	304,28	6,92	14,97
2 Despesas de manutenção de benfeitorias	17,66	0,40	0,87
3 Mão de obra temporária	167,73	3,81	8,25
4 Sementes/manivas	159,30	3,62	7,84
5 Fertilizantes	195,30	4,44	9,61
6 Agrotóxicos	101,85	2,31	5,01
7 Despesas gerais	20,17	0,46	0,99
8 Transporte externo	49,28	1,12	2,42
9 Assistência técnica	20,58	0,47	1,01
10 Proagro/seguro	36,65	0,83	1,80
11 Juros	50,76	1,15	2,50
Total dos custos variáveis (A)	1.123,56	25,53	55,27
1 Depreciação de máquinas e implementos	214,17	4,87	10,54
2 Depreciação de benfeitorias e instalações	23,89	0,54	1,18
3 Sistematização e correção do solo	132,98	3,02	6,54
4 Cultura	–	–	–
5 Seguro do capital	15,74	0,36	0,77
6 Mão de obra permanente	129,99	2,95	6,39
Subtotal (B)	516,77	11,74	25,42
7 Remuneração do capital próprio	149,30	3,39	7,34
8 Remuneração da terra	243,09	5,52	11,96
Subtotal (C)	392,39	8,91	19,30
Total dos custos fixos (B + C)	909,16	20,65	44,73
Custo operacional (A + B)	1.640,33	37,27	80,70
Custo total (A + B + C)	2.032,72	46,18	100,00

Fonte: Paraná (2012b).

lores foram corrigidos pelo IGP-DI, com base em novembro de 2011 (FGV, 2011). Também nesse caso foi determinada a distribuição de frequência, identificada pelos melhores resultados estatísticos pelo critério qui-quadrado.

Os dados de preços e custos são provenientes do Departamento de Economia Rural da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (PARANÁ, 2011a, 2012b).

O indicador de rentabilidade foi dado pela expressão

$$RL = [P - (CV + CF)]$$

em que

$RL = f(RL) \rightarrow$ distribuição de probabilidade da receita líquida (R\$/sc. 60 kg).

$P = f(P) \rightarrow$ distribuição de probabilidade do preço (R\$/sc. 60 kg).

$CV = f(CV) \rightarrow$ distribuição de probabilidade de custo variável (R\$/sc. 60 kg).

$CF = f(CF) \rightarrow$ distribuição de probabilidade de custo fixo (R\$/sc. 60 kg).

Resultados

Diversos fatores podem interferir no nível e na variação da rentabilidade de um sistema de produção. Contudo, existem aqueles que influenciam de forma direta e que, portanto, precisam ser previstos, quantificados e acompanhados. Por esse motivo, foram feitas análises de sensibilidade e identificadas variáveis críticas, consideradas fontes de risco na produção da soja e do milho de verão. Entre essas variáveis foi possível fazer análise de risco sobre o preço (receita) e os custos de produção, a fim de verificar e comparar os resultados econômicos das duas culturas. A Tabela 3 apresenta um resumo dos resultados encontrados de variações da renda líquida das duas culturas.

Tabela 3. Resultados estatísticos da renda líquida (R\$/sc.) da produção de soja e milho safra de verão, no Estado do Paraná.

Indicador	Soja	Milho
Máximo	13,44	9,84
Mínimo	-29,96	-15,62
Média	-4,99	-5,06
Mediana	-5,06	-5,51
Moda	-6,73	-6,91
Probabilidade de resultado positivo	27,2%	11,9%
Probabilidade de resultado negativo	72,8%	88,1%
Desvio-padrão	7,07	3,98
Variância	50,04	15,84
Iterações	10.000	10.000
Erros	0	0

Fonte: Paraná (2012b).

Os indicadores de risco mostram que a soja possui maior variabilidade de renda líquida, o que sugere que seu risco de produção seja mais elevado em comparação ao milho, como indicam os maiores valores das medidas de desvio-padrão e variância.

Observando-se os valores máximos e mínimos de renda líquida, verifica-se que a soja piora o resultado de renda líquida no cenário mais pessimista, apresentando resultado negativo significativo em comparação com o milho. Entretanto, no cenário mais otimista, a soja apresenta o melhor resultado de renda líquida.

Cabe destacar que a probabilidade de sucesso da produção de soja é maior que a do milho, ou seja, tem chance de resultados positivos superiores. Observa-se, na produção de soja, que a probabilidade de renda líquida positiva é de 27,2%, ao passo que, para o milho, essa probabilidade é de 11,9%. Desse modo, o milho apresenta maior possibilidade de prejuízo (Tabela 3 e Figura 1).

O mapeamento de risco dado pelos percentis mostra que quanto menor o nível de risco, maior será a possibilidade de menores níveis de renda líquida; e quanto maior o risco, maior a renda. Os resultados devem ser interpretados conforme o nível de aceitação de risco, próprio de cada produtor, ou seja, um produtor mais propenso ao risco em geral aceita maiores níveis de risco.

Pela Tabela 4, é possível verificar que a soja apresenta maior grau de prejuízo em menores níveis percentuais de risco, em comparação com o milho. Até o nível de 45% de risco, o prejuízo (renda líquida negativa) é superior no sistema de produção da soja. Contudo, acima desse nível de risco, o prejuízo nesse sistema mostra-se menor do que para o milho, e começa a apresentar resultado positivo em nível de risco menor do que para o milho. A esse respeito, observa-se que pouco acima de 70% de risco, a soja apresenta renda líquida positiva, ao passo que a presença de resultado positivo para o milho se dá apenas em nível de risco superior

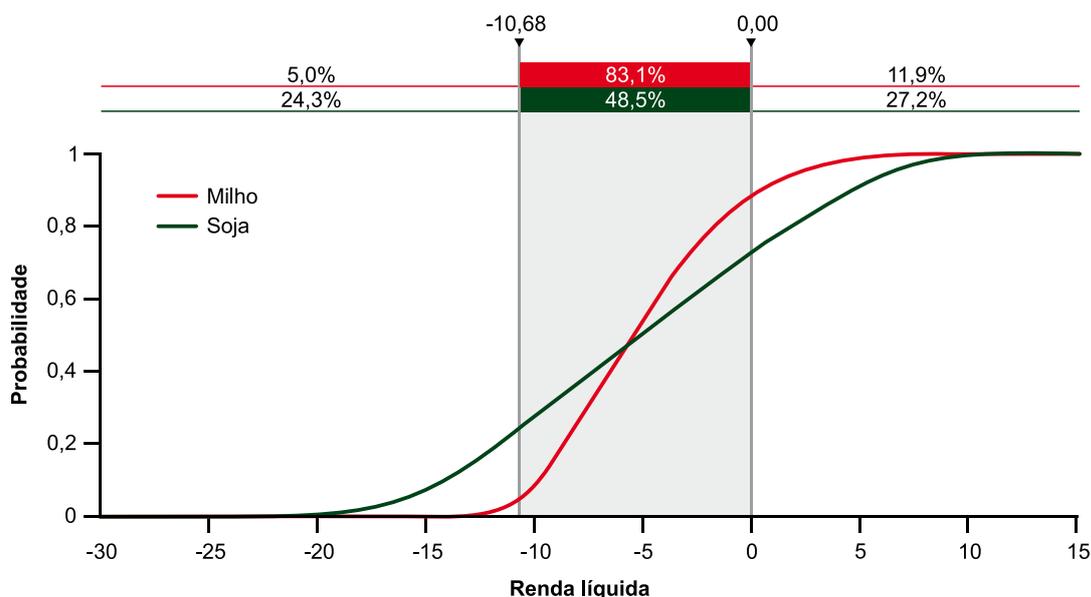


Figura 1. Distribuição de probabilidade acumulada de valores da renda líquida da produção de soja e milho da safra de verão, no Estado do Paraná.

Tabela 4. Percentil de risco da renda líquida da produção de soja e milho de verão, no Estado do Paraná.

Percentil de risco	Soja (R\$/sc.)	Milho (R\$/sc.)
0	-29,96	-15,62
5	-16,10	-10,68
10	-14,22	-9,80
15	-12,87	-9,17
20	-11,57	-8,62
25	-10,56	-8,08
30	-9,42	-7,59
35	-8,36	-7,04
40	-7,25	-6,57
45	-6,22	-6,04
50	-5,06	-5,51
55	-3,99	-4,96
60	-2,91	-4,42
65	-1,79	-3,81
70	-0,68	-3,18
75	0,49	-2,54
80	1,82	-1,74
85	3,18	-0,75
90	4,63	0,52
95	6,50	2,26
100	13,44	9,84

Fonte: Paraná (2012b).

a 85%. Para menores níveis de risco (até 45%), a soja mostra-se pior que o milho; entretanto, à medida que o grau de risco aumenta, a soja apresenta melhores resultados.

O maior retorno possível (em nível de 100% de risco) ocorre no sistema de produção de soja, podendo chegar a R\$ 13,44/sc., enquanto, no caso do milho, pode atingir R\$ 9,84/sc. Para melhor ilustrar esses resultados, nas Figuras 2 e 3 são apresentadas a distribuição de probabilidade acumulada de renda líquida dos sistemas de produção do milho safra de verão e da soja.

Pela Figura 2, é possível observar que existe a probabilidade de 5% de que a renda líquida do milho seja menor ou igual a -R\$ 10,68/sc. (prejuízo); e 95% que seja igual ou menor a R\$ 2,26/sc. Verifica-se, portanto, que o milho de verão apresenta probabilidade de 5% de que a renda líquida seja superior a R\$ 2,26/sc.

A Figura 3 apresenta a distribuição de probabilidade da renda líquida do sistema produção de soja.

Pela Figura 3, é possível observar que existe a probabilidade, de 5%, de que a renda líquida

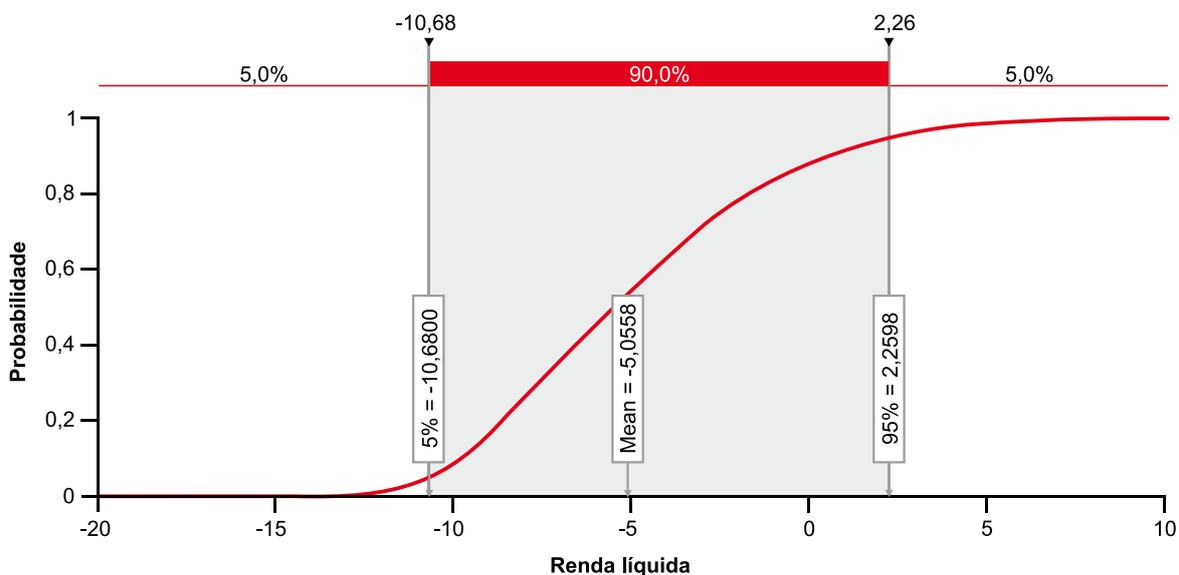


Figura 2. Distribuição de probabilidade acumulada de valores da renda líquida da produção de milho safra de verão, no Estado do Paraná.

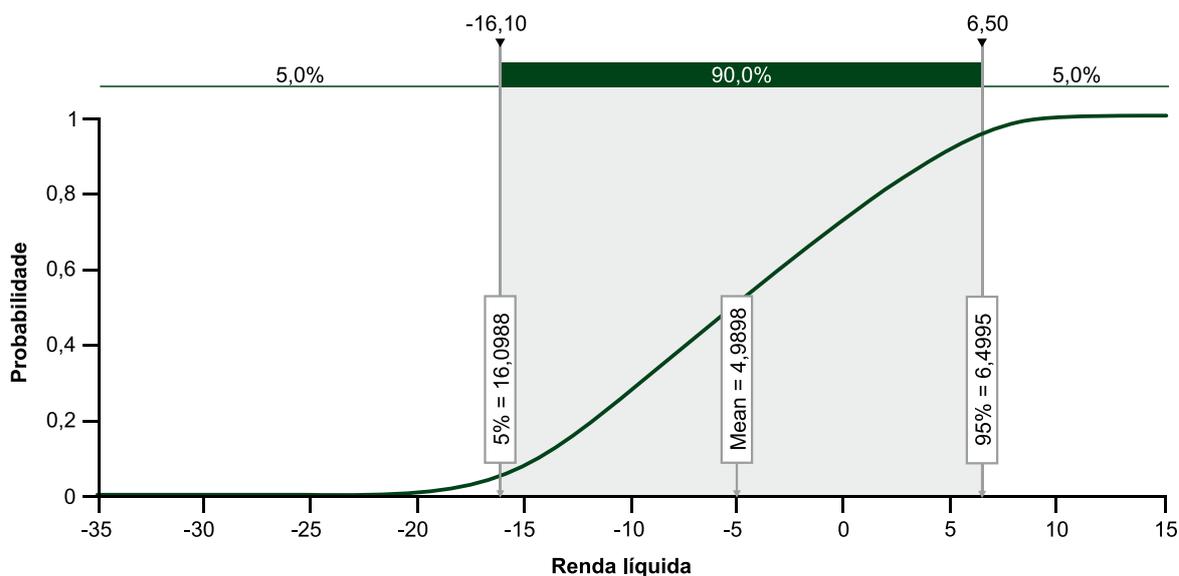


Figura 3. Distribuição de probabilidade acumulada de valores da renda líquida da produção de soja, no Estado do Paraná.

da soja seja menor ou igual a -R\$ 16,10 (prejuízo), e de 95%, que seja igual ou menor a R\$ 6,50/sc. Verifica-se, portanto, que existe a probabilidade de 90% que a renda líquida se situe nesse intervalo.

Esses resultados mostram que, observando os sistemas de produção da soja e do milho de safra de verão, é possível inferir que, para níveis

de risco de até 45%, a soja mostra-se mais propensa a prejuízos maiores. Mas, à medida que os níveis de risco aumentam, os resultados são mais interessantes nesse sistema. Ademais, o intervalo de possíveis valores de renda líquida positivo é maior para a produção de soja, além do que os valores da renda líquida da soja, nesse mais

amplo intervalo de probabilidade, são superiores aos obtidos com milho. Tal contexto está de acordo com os indicadores de dispersão apresentados na Tabela 3, os quais sugerem maior instabilidade para a soja, representada pela maior amplitude dos valores de renda líquida, e, assim, maior risco. Em outras palavras, os melhores retornos econômicos apresentados pela soja estão associados a maiores probabilidades de risco.

Desperta atenção o fato de que a ocorrência de renda líquida positiva, para as duas culturas, se dá a níveis relativamente altos de risco (acima de 70% para a soja e superior a 85% para o milho). Nesse contexto, pode-se indagar acerca da motivação dos produtores para insistirem nessas atividades. Tal preocupação já aparece no trabalho de Matsunaga et al. (1976, p. 124), que, em estudo sobre custos de produção na agricultura, registram que

[...] frequentemente, os custos do IEA superavam os preços de mercados, sendo razoável esperar-se nesses casos que o interesse dos produtores pela produção diminuísse gradativamente, com o abandono das atividades. A evidência revelou, entretanto, que os produtores não estavam reduzindo a produção, nem mesmo abandonando certas atividades, em grau compatível com os níveis de custos e renda então apurados.

Constatou-se, então, que isso se deve ao fato de que os custos mais considerados pelos produtores são os diretamente ligados à produção, adotando-se, assim, a metodologia do custo operacional (efetivo e total). Nessa mesma linha

de raciocínio, Reis (1997) aponta que os custos variáveis, ou de curto prazo, são os mais considerados pelo produtor rural, uma vez que representam desembolsos efetivos dentro do ciclo produtivo.

Foi por tais motivos que, nesta pesquisa, adotou-se a estimativa do custo total, desmembrado em custo variável e custo fixo (incluindo a remuneração do capital próprio e da terra). A análise de sensibilidade permitiu constatar que, no estudo em foco, foram os custos variáveis que provocaram maior impacto na receita líquida, em relação aos custos fixos, tanto da soja quanto do milho (Tabela 5).

Contudo, pode-se também perceber que são os preços os fatores que mais influenciam os resultados econômicos de ambas as culturas (Tabela 5), o que vem enfatizar a importância da formulação de políticas de estabilidade de preços destinadas ao setor agrícola e, especialmente, aos produtos aqui destacados.

Na Tabela 5, os resultados da análise de sensibilidade mostram que, nos dois sistemas de produção, a rentabilidade tem grande sensibilidade ao preço, apresentando também alta correlação positiva com essa variável. Verifica-se, então, que as variações na renda líquida na produção, tanto da soja quanto do milho, se dão principalmente por oscilações no preço dos produtos. A variável preço mostra-se, desse modo, como a principal fonte de risco.

Depois do preço, os custos variáveis são os que mais afetam a renda líquida. Esses, naturalmente, apresentam correlação negativa com a

Tabela 5. Análise de sensibilidade da renda líquida da produção de soja e de milho de verão, no Estado do Paraná.

Variável	Soja		Milho	
	Regressão	Correlação	Regressão	Correlação
Preço	0,912	0,925	0,933	0,929
Custo variável	-0,360	-0,325	-0,308	-0,303
Custo fixo	-0,171	-0,154	-0,170	-0,162

rentabilidade. Os custos fixos mostraram-se menos importantes que os custos variáveis e, assim como estes últimos, mantêm correlação negativa com a renda líquida. Observa-se ainda que não há diferenças significativas nos coeficientes para ambas as culturas (Tabela 5).

Considerações finais

A produção de soja e a de milho no Estado do Paraná constituem atividades importantes econômica e socialmente para aquela região. O cultivo da soja e do milho se faz presente em grande parte dos municípios paranaenses, tendo participação importante na produção agropecuária do estado. Contudo, as duas atividades são passíveis de risco. Sendo assim, buscou-se, neste trabalho, analisar as principais fontes de risco, bem como a possibilidade de resultados econômicos dos dois sistemas de produção, especialmente considerando o fato de que os agricultores buscam minimizar perdas utilizando seus recursos na linha de produção que melhor retorno lhes ofereça.

Ao analisar o processo produtivo em geral, avaliando variáveis referentes a preços dos produtos e custos totais de produção, foi possível identificar as principais fontes de risco, bem como a sensibilidade da renda líquida a esses riscos. Constatou-se que a principal fonte de riscos é o preço, seguida dos custos variáveis.

Em relação aos sistemas de produção analisados, pode-se perceber que a soja, em níveis mais baixos de risco, apresenta prejuízo maior. Contudo, à medida que o risco aumenta, os resultados de receita líquida para soja são melhores do que os para milho, confirmando que a soja é uma opção mais atraente para o produtor com menor aversão ao risco.

Referências

ARÊDES, A. F.; PEREIRA, M. W. G.; SANTOS, V. F. dos; ARÊDES, A. Análise do retorno e risco de preço na produção de milho, soja e feijão no Paraná, no período de 1997 a 2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 12, p. 17-22, 2007.

DEMARCHI, M. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2009/10 – milho**. Curitiba: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento-Departamento de Economia Rural, 2009.

DEMARCHI, M. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2009/10 – milho**. Curitiba: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento-Departamento de Economia Rural, 2010.

ESPERANCINI, M. S. T. **Avaliação econômica de sistemas de sucessão de culturas sob condições de risco no estado de São Paulo, 2005**. 2006. Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. **Índice Geral de Preços Disponibilidade Interna, IGP-DI**. Disponível em: <http://www14.fgv.br/novo_fgvdados/visualizaconsulta.aspx>. Acesso em: 13 dez. 2011.

FIGUEIREDO, A. M.; SANTOS, P. A.; SANTOLIN, R.; REIS, B. S. Integração na criação de frangos de corte na microrregião de Viçosa-MG: viabilidade econômica e análise de risco. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 44, n. 4, p. 713-730, out./dez. 2006.

HUBNER, O. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2010/11 – soja**. Curitiba: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento-Departamento de Economia Rural, 2010.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Sobre o Paraná: setores econômicos: agropecuária**. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=1>. Acesso em: 11 jan. 2012.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. de; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, ano 23, tomo 1, p. 123-139, 1976.

MELO, C. O. **Caracterização do desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: uma análise com base na estatística multivariada**. 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

PALISADE CORPORATION. **@RISK 4.5 for industrial edition**. New York, 2009.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. **Valor bruto da produção agropecuária paranaense em 2010**. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2012a.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. **Estimativas de custo**

de produção. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em: 4 jan. 2012b.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. Divisão de Estatísticas Básicas. **Preços médios nominais mensais recebidos pelos produtores no Paraná.** Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em: 13 dez. 2011a.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. **Comparativo de área, produção e produtividade.** Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em: 23 out. 2011b.

REIS, R. P. **Introdução à teoria econômica.** Lavras: UFLA-FAEPE, 1997.

Agroecologia e desenvolvimento sustentável

Maria Consolacion Udry¹
Marlene de Araújo²

O desenvolvimento sustentável tem suas bases conceituais assentadas na Agenda XXI de 1992, que será revisitada na Rio +20, em junho de 2012, como resultado do pacto firmado pelas Nações Unidas com o mundo, para enfrentar os desafios socioambientais e econômicos decorrentes da crise mundial iniciada na década de 1970. Assim, nos últimos 20 anos, todo o sistema econômico vem tentando se ajustar ao que é denominado desenvolvimento sustentável.

Apesar dos avanços, uma crise mundial vem se aprofundando, tendo evoluído de problemas restritos às áreas sociais, econômicas e financeiras para a grave questão do aquecimento global, decorrente das mudanças climáticas. A aceleração desse acontecimento tem conduzido várias correntes filosóficas a identificar que atravessamos não apenas uma crise, entre tantas, mas uma crise civilizatória.

Sabedores que somos de que a atual civilização industrial funda-se na Ciência, que constituiu-se, ao longo dos últimos séculos, no avanço da organização socioeconômica, que sucedeu a era agrária e a teocrática. O processo industrial induziu a concentração das populações humanas na urbe, levando ao seu limite o mito que perpassa todas as sociedades modernas: com base na Ciência, o homem não só pode, mas tem de transformar a natureza, ou seja, o papel

da Ciência é conhecer para dominar, e dominar para apropriar-se.

A corrente filosófica dominante do Positivismo assume a fé na Ciência como única forma válida de conhecimento: todo conhecimento, para ser autêntico, deve ser fundado na experiência, e toda proposição não verificável empírica e repetidamente, deve ser erradicada da Ciência. A proposição foi reforçada com o Neopositivismo, que reiterou a busca da verdade pela Ciência, e foi complementada com o Racionalismo Crítico de Karl Popper, baseado no método indutivo e na experimentação repetitiva como fonte de conhecimento válido, cujos resultados constituem a verdade e a Ciência. Assim, todo o sistema social e econômico do século 21 foi construído com base na Ciência.

Será, então, que a crise está instalada nos próprios fundamentos da Ciência, que não consegue mais responder aos desafios da atual sociedade? Estaremos no limiar de uma nova Revolução Científica?

Tomas Kuhn (1987)³ tenta responder essa questão em seu famoso livro *Estrutura das Revoluções Científicas*, que trata da mudança de paradigma na Ciência e sua superação. O autor propõe uma ruptura de paradigma, que significa reconstruir o mundo a partir de novos fundamentos e dimensões de apreensão da realidade. Em outras palavras, uma ruptura do modo de fa-

¹ Doutora em Desenvolvimento Sustentável, analista da Embrapa (SGE). E-mail: maria.consolacion@embrapa.br

² Mestre em Ciência e Tecnologia, analista da Embrapa (SGE). E-mail: marlene.araujo@embrapa.br

³ KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1987.

zer ciência, que se propõe a construir o mundo a partir de um novo olhar – que não o da especialização, cada vez mais fragmentada, a qual permitiu os grandes avanços da era industrial e da pós-industrial, mas perdeu a relação entre os vários ramos da ciência e a transdisciplinaridade. É necessário, pois, criar uma visão de síntese e do todo, que constitui o novo paradigma, para se poder fazer frente aos desafios e às crises modernas.

Que Ciência fundamentaria o desenvolvimento sustentável?

No nosso entendimento, o desenvolvimento sustentável pressupõe a ruptura com o paradigma da Ciência e o surgimento de um novo conhecimento, que possa contemplar simultaneamente as dimensões econômicas, da preservação ambiental para as futuras gerações e da produção da equidade social, tanto na geração quanto na distribuição da riqueza socialmente produzida.

No contexto mais geral das revoluções científicas é que se pode compreender o surgimento de novas ciências, as quais darão suporte metodológico e científico ao desenvolvimento sustentável, destacando-se, entre elas, a agroecologia.

O que vem a ser a agroecologia? O termo designa uma disciplina científica ou campo de conhecimento que tem como objeto “a aplicação de princípios ecológicos ao desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis” (GLIESSMAN, 1997, p. 13)⁴, segundo entende Stephen R. Gliessman, um dos pioneiros nesse campo, no seu livro, publicado em 1997, *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*.

No Brasil, a agroecologia é vista como um enfoque teórico e metodológico, que, com base em várias disciplinas científicas, pretende estudar a atividade agrícola e agrária sob uma perspectiva ecológica. Os arranjos sociais e ecológicos identificados nos sistemas tradicionais de

produção agrícola são tomados como uma referência importante na construção desse corpo de conhecimentos, conforme consta da publicação *Marco Referencial em Agroecologia*, editada em 2006, pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (MARCO..., 2006)⁵.

A construção de interfaces entre o conhecimento produzido a partir de práticas concretas de manejo do agroecossistema em contextos socioculturais e ecossistêmicos específicos e a constituição de um campo do conhecimento vai consolidando as bases científicas para apoiar o processo de transição do modelo convencional, intensivo em energia não renovável e em capital, para o modelo da agricultura de base ecológica. Exemplos de como vem sendo construído esse processo podem ser encontrados em centenas de experiências de manejo e de produção agrícola de comunidades tradicionais e de agricultores familiares em todos os ecossistemas brasileiros, por meio de um processo social de redes sociais, como a Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (Aspta) e a ASA. O lado visível e documental das experiências encontra-se em programas e projetos de gestão pública, como o Proambiente (PPG 7 para a Amazônia), programa de agrobiodiversidade em todos os ecossistemas brasileiros, com destaque para projetos de desenvolvimento de sistemas agroflorestais e projetos em rede de sistemas de transição agroecológica e de manejo da agrobiodiversidade, apoiados por redes sociais e redes de pesquisa.

No âmbito da Aspta, segundo suas publicações, foi desenvolvido um sistema de gestão de informações georeferenciadas voltado para o desenho de cartografias da inovação no Programa Local da Paraíba. O Centro de Informação da Aspta possui 6.500 registros de publicações sobre experiências agroecológicas. Dessas experiências, vale mencionar a formação da Rede de Bancos de Sementes. (ASPTA, 2011)⁶.

⁴ GLIESSMAN, S. R. *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. Boca Raton: CRC, 1997. 384 p.

⁵ MARCO referencial em agroecologia. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p.

⁶ ASPTA. Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa. *Relatório de atividades*. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2011/01/>>. Acesso em: 13 abr. 2012.

A agroecologia, enquanto Ciência, coloca as bases científicas para apoiar o processo de transição do modelo convencional para estilos de agricultura de base ecológica. Contempla uma articulação entre o saber científico e o saber tradicional e popular, na construção de um corpo de conhecimentos capaz de orientar a conversão dos sistemas convencionais de produção (monocultivos intensivos em energia não renovável e capital) em sistemas diversificados, resilientes e autossuficientes, que torne possível o uso correto dos recursos naturais para a obtenção de alimentos.

No âmbito da Embrapa, o Programa Transição Ecológica obteve vários resultados em geração de conhecimento e tecnologias, com destaque para os de monitoramento de insetos-praga em sistemas de base ecológica no Pará, visando à redução do uso de produtos químicos sintéticos; gerou tecnologias para a produção de mini-melancia e batatas em bases ecológicas; definiu parâmetros técnicos para elaboração de biofertilizantes; desenvolveu adubo orgânico por meio da utilização de resíduo de pescado; determinou consórcio cultural (variedades) para o manejo ecológico de insetos no tomateiro orgânico; identificou que a associação tomate-coentro em manejo orgânico do agroecossistema favorece o controle biológico natural da mosca-branca. (PROJETO TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA, 2012)⁷.

Continuando a análise sobre a estreita relação existente entre o desenvolvimento sustentável e a agroecologia, mencionamos a de-

finição proposta por Sevilla-Guzmán, em 2001, que conceitua a agroecologia como

[...] o manejo ecológico dos recursos naturais através de formas de ação social coletiva, que representem alternativas ao atual modelo de manejo industrial dos recursos naturais, mediante propostas surgidas de seu potencial endógeno. Tais propostas pretendem um desenvolvimento participativo desde a produção até a circulação alternativa de seus produtos agrícolas, estabelecendo formas de produção e consumo que contribuam para encarar a atual crise ecológica e social. (SEVILLA-GUZMÁN, 2001, p. 11)⁸.

Para uma melhor compreensão do processo, endossamos o posicionamento de Schmitt (2010)⁹: é preciso fortalecer a autonomia dos agricultores na gestão familiar ou coletiva dos recursos naturais para continuidade e ampliação dessas e de outras iniciativas.

Assim, apesar dos avanços, continuamos, às vésperas da Rio +20, instigados por perguntas, ainda sem respostas, sobre quanto tempo vai demorar a sistematização de uma nova ciência, com visão sistêmica e transdisciplinar, com uma nova percepção de tempo, nos distintos campos da Ciência, que abranja simultaneamente a dimensão econômica, a da preservação ambiental para as futuras gerações e a da produção da equidade social na geração e na distribuição da riqueza socialmente produzida, que possam sustentar o desenvolvimento sustentável e ajudar a superar a crise?

⁷ PROJETO TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA. **Geração de conhecimentos e tecnologias**. Disponível em: <<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/agroecologia/resultados/geracao-de-conhecimentos-e-tecnologias>>. Acesso em: 13 abr. 2012.

⁸ SEVILLA-GUZMÁN, E. Uma estratégia de sustentabilidade a partir da agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 35-45, 2001.

⁹ SCHMITT, C. J. Transição agroecológica e desenvolvimento rural: um olhar a partir da experiência brasileira. In: SAUER, S.; BALESTRO, M. (Org.). **Agroecologia e os desafios da transição agroecológica**. São Paulo: Expressão Popular, 2010. p. 177-203.

Instrução aos autores

1. Tipo de colaboração

São aceitos, por esta Revista, trabalhos que se enquadrem nas áreas temáticas de política agrícola, agrária, gestão e tecnologias para o agronegócio, agronegócio, logísticas e transporte, estudos de casos resultantes da aplicação de métodos quantitativos e qualitativos aplicados a sistemas de produção, uso de recursos naturais e desenvolvimento rural sustentável que ainda não foram publicados nem encaminhados a outra revista para o mesmo fim, dentro das seguintes categorias: a) artigos de opinião; b) artigos científicos; e d) textos para debates.

Artigo de opinião

É o texto livre, mas bem fundamentado, sobre algum tema atual e de relevância para os públicos do agronegócio. Deve apresentar o estado atual do conhecimento sobre determinado tema, introduzir fatos novos, defender ideias, apresentar argumentos e dados, fazer proposições e concluir de forma coerente com as ideias apresentadas.

Artigo científico

O conteúdo de cada trabalho deve primar pela originalidade, isto é, ser elaborado a partir de resultados inéditos de pesquisa que ofereçam contribuições teóricas, metodológicas e substantivas para o progresso do agronegócio brasileiro.

Texto para debates

É um texto livre, na forma de apresentação, destinado à exposição de ideias e opiniões, não necessariamente conclusivas, sobre temas importantes, atuais e controversos. A sua principal característica é possibilitar o estabelecimento do contraditório. O texto para debate será publicado no espaço fixo desta Revista, denominado Ponto de Vista.

2. Encaminhamento

Aceitam-se trabalhos escritos em Português. Os originais devem ser encaminhados ao Editor, via e-mail, para o endereço **regina.vaz@agricultura.gov.br**.

A carta de encaminhamento deve conter: título do artigo; nome do(s) autor(es); declaração explícita de que o artigo não foi enviado a nenhum outro periódico, para publicação.

3. Procedimentos editoriais

a) Após análise crítica do Conselho Editorial, o editor comunica aos autores a situação do artigo: aprovação, aprovação condicional ou não aprovação. Os critérios adotados são os seguintes:

- adequação à linha editorial da Revista;
- valor da contribuição do ponto de vista teórico, metodológico e substantivo;
- argumentação lógica, consistente e que, ainda assim, permita contra-argumentação pelo leitor (discurso aberto);
- correta interpretação de informações conceituais e de resultados (ausência de ilações falaciosas);
- relevância, pertinência e atualidade das referências.

b) São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e os conceitos emitidos nos trabalhos. Contudo, o editor, com a assistência dos conselheiros, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações aconselhadas ou necessárias.

c) Eventuais modificações de estrutura ou de conteúdo, sugeridas aos autores, devem ser processadas e devolvidas ao Editor, no prazo de 15 dias.

d) A sequência da publicação dos trabalhos é dada pela conclusão de sua preparação e remessa à oficina gráfica, quando, então, não serão permitidos acréscimos ou modificações no texto.

e) À Editoria e ao Conselho Editorial é facultada a encomenda de textos e artigos para publicação.

4. Forma de apresentação

a) Tamanho – Os trabalhos devem ser apresentados no programa *Word*, no tamanho máximo de 20 páginas, espaço 1,5 entre linhas e margens de 2 cm nas laterais, no topo e na base, em formato A4, com páginas numeradas. A fonte é *Times New Roman*, corpo 12 para o texto e corpo 10 para notas de rodapé. Utilizar apenas a cor preta para todo o texto. Devem-se evitar agradecimentos e excesso de notas de rodapé.

b) Títulos, Autores, Resumo, *Abstract* e Palavras-chave (*key-words*) – Os títulos em Português devem ser grafados em caixa-baixa, exceto a primeira palavra, ou em nomes próprios, com, no máximo, 7 palavras. Devem ser claros e concisos e expressar o conteúdo do trabalho. Grafar os nomes dos autores por extenso, com letras iniciais maiúsculas. O Resumo e o *Abstract* não devem ultrapassar 200 palavras. Devem conter síntese dos objetivos, desenvolvimento e principal conclusão do trabalho. É exigida, também, a indicação de no mínimo três e no máximo cinco palavras-chave e *key-words*. Essas expressões devem ser grafadas em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e seguidas de dois-pontos. As Palavras-chave e *Key-words* devem ser separadas por vírgulas e iniciadas com letras minúsculas, não devendo conter palavras que já apareçam no título.

c) No rodapé da primeira página, devem constar a qualificação profissional principal e o endereço postal completo do(s) autor(es), incluindo-se o endereço eletrônico.

d) Introdução – A palavra Introdução deve ser grafada em caixa-alta e baixa e alinhada à esquerda. Deve ocupar, no máximo duas páginas e apresentar o objetivo do trabalho, a importância e a contextualização, o alcance e eventuais limitações do estudo.

e) Desenvolvimento – Constitui o núcleo do trabalho, onde que se encontram os procedimentos metodológicos, os resultados da pesquisa e sua discussão crítica. Contudo, a palavra Desenvolvimento jamais servirá de título para esse núcleo, ficando a critério do autor empregar os títulos que mais se apropriem à natureza do seu trabalho. Sejam quais forem as opções de título, ele deve ser alinhado à esquerda, grafado em caixa-baixa, exceto a palavra inicial ou substantivos próprios nele contido.

Em todo o artigo, a redação deve priorizar a criação de parágrafos construídos com orações em ordem direta, prezando pela clareza e concisão de ideias. Deve-se evitar parágrafos longos que não estejam relacionados entre si, que não explicam, que não se complementam ou não concluem a idéia anterior.

f) Conclusões – A palavra Conclusões ou expressão equivalente deve ser grafada em caixa-alta-e-baixa e alinhada à esquerda da página. São elaboradas com base no objetivo e nos resultados do trabalho. Não podem consistir, simplesmente, do resumo dos resultados; devem apresentar as novas descobertas da pesquisa. Confirmar ou rejeitar as hipóteses formuladas na Introdução, se for o caso.

g) Citações – Quando incluídos na sentença, os sobrenomes dos autores devem ser grafados em caixa-alta-e-baixa, com a data entre parênteses. Se não incluídos, devem estar também dentro do parêntesis, grafados em caixa-alta, separados das datas por vírgula.

- Citação com dois autores: sobrenomes separados por “e” quando fora do parêntesis e com ponto e vírgula quando entre parêntesis.
- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor seguido da expressão et al. em fonte normal.
- Citação de diversas obras de autores diferentes: obedecer à ordem alfabética dos nomes dos autores, separadas por ponto e vírgula.
- Citação de mais de um documento dos mesmos autores: não há repetição dos nomes dos autores; as datas das obras, em ordem cronológica, são separadas por vírgula.
- Citação de citação: sobrenome do autor do documento original seguido da expressão “citado por” e da citação da obra consultada.
- Citações literais que contenham três linhas ou menos devem aparecer aspeadas, integrando o parágrafo normal. Após o ano da publicação, acrescentar a(s) página(s) do trecho citado (entre parênteses e separados por vírgula).
- Citações literais longas (quatro ou mais linhas) serão destacadas do texto em parágrafo especial e com recuo de quatro espaços à direita da margem esquerda, em espaço simples, corpo 10.

h) Figuras e Tabelas – As figuras e tabelas devem ser citadas no texto em ordem sequencial numérica, escritas com a letra inicial maiúscula, seguidas do número correspondente. As citações podem vir entre parênteses ou integrar o texto. As tabelas e as figuras devem ser apresentadas, em local próximo ao de sua citação. O título de tabela deve ser escrito sem negrito e posicionado acima dela. O título de figura também deve ser escrito sem negrito, mas posicionado abaixo dela. Só são aceitas tabelas e figuras citadas no texto.

i) Notas de rodapé – As notas de rodapé devem ser de natureza substantiva (não bibliográficas) e reduzidas ao mínimo necessário.

j) Referências – A palavra Referências deve ser grafada com letras em caixa-alta-e-baixa, alinhada à esquerda da página. As referências devem conter fontes atuais, principalmente de artigos de periódicos. Podem conter trabalhos clássicos mais antigos, diretamente relacionados com o tema do estudo. Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 de Agosto 2002, da ABNT (ou a vigente).

Devem-se referenciar somente as fontes utilizadas e citadas na elaboração do artigo e apresentadas em ordem alfabética.

Os exemplos a seguir constituem os casos mais comuns, tomados como modelos:

Monografia no todo (livro, folheto e trabalhos acadêmicos publicados).

WEBER, M. **Ciência e política**: duas vocações. Trad. de Leônidas Hegenberg e Octany Silveira da Mota. 4. ed. Brasília, DF: Editora UnB, 1983. 128 p. (Coleção Weberiana).

ALSTON, J. M.; NORTON, G. W.; PARDEY, P. G. **Science under scarcity**: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Ithaca: Cornell University Press, 1995. 513 p.

Parte de monografia

OFFE, C. The theory of State and the problems of policy formation. In: LINDBERG, L. (Org.). **Stress and contradictions in modern capitalism**. Lexington: Lexington Books, 1975. p. 125-144.

Artigo de revista

TRIGO, E. J. Pesquisa agrícola para o ano 2000: algumas considerações estratégicas e organizacionais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 9, n. 1/3, p. 9-25, 1992.

Dissertação ou Tese

Não publicada:

AHRENS, S. **A seleção simultânea do ótimo regime de desbastes e da idade de rotação, para povoamentos de pinus taeda L. através de um modelo de programação dinâmica**. 1992. 189 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Publicada: da mesma forma que monografia no todo.

Trabalhos apresentados em Congresso

MUELLER, C. C. Uma abordagem para o estudo da formulação de políticas agrícolas no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 8., 1980, Nova Friburgo. **Anais...** Brasília: ANPEC, 1980. p. 463-506.

Documento de acesso em meio eletrônico

CAPORAL, F. R. **Bases para uma nova ATER pública**. Santa Maria: PRONAF, 2003. 19 p. Disponível em: <<http://www.pronaf.gov.br/ater/Docs/Bases%20NOVA%20ATER.doc>>. Acesso em: 06 mar. 2005.

MIRANDA, E. E. de (Coord.). **Brasil visto do espaço**: Goiás e Distrito Federal. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 1 CD-ROM. (Coleção Brasil Visto do Espaço).

Legislação

BRASIL. Medida provisória nº 1.569-9, de 11 de dezembro de 1997. Estabelece multa em operações de importação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 1997. Seção 1, p. 29514.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 42.822, de 20 de janeiro de 1998. **Lex**: coletânea de legislação e jurisprudência, São Paulo, v. 62, n. 3, p. 217-220, 1998.

5. Outras informações

a) O autor ou os autores receberão três exemplares do número da Revista no qual o seu trabalho tenha sido publicado.

b) Para outros pormenores sobre a elaboração de trabalhos a serem enviados à Revista de Política Agrícola, contatar o coordenador editorial, Wesley José da Rocha, ou a secretária Regina M. Vaz em:

wesley@sct.embrapa.br

Telefone: (61) 3448-2418 (Wesley)

Telefone: (61) 3218-2209 (Regina)

Colaboração

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária



Secretaria de
Política Agrícola

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA