

A EFICIÊNCIA DOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AGRÍCOLA BRASILEIRO: UMA AVALIAÇÃO POR MEIO DE UM MODELO DE EQUILÍBRIO PARCIAL

THE EFFICIENCY OF BRAZILIAN AGRICULTURAL POLICY INSTRUMENTS: AN EVALUATION USING A PARTIAL EQUILIBRIUM MODEL

Felippe Cauê Serigati¹
Roberta Cristina Possamai²

Resumo

Modelos de equilíbrio parcial, como o *Policy Evaluation Model*, da OCDE, ou os *FAPRI models* aplicados pelo USDA, são amplamente utilizados para avaliar políticas agrícolas. Seguindo essa linha, este artigo propõe um modelo de equilíbrio parcial para avaliar os impactos dos instrumentos de política agrícola brasileiros, a saber, preço mínimo, estoques reguladores, crédito e subvenção agrícolas, sobre quatro culturas (arroz, milho, soja e trigo). A partir das simulações realizadas, a política de preços mínimos apresentou impactos mais intensos do que as políticas de crédito (custeio e comercialização) e de subvenção para todas as culturas. Como esses resultados são fortemente condicionados pela especificação das equações que compõem o sistema, bem como pelas elasticidades adotadas, mais do que apresentar uma avaliação final e definitiva sobre a eficiência dos instrumentos de política, este artigo busca mostrar as vantagens e desvantagens do uso desses modelos no caso brasileiro, motivando uma agenda de pesquisa em torno da avaliação da política agrícola nacional.

Palavras-chave: modelos de equilíbrio parcial, política agrícola, avaliação de políticas, elasticidades

Abstract

Partial equilibrium models, such as the Policy Evaluation Model, OECD, or FAPRI models applied by the USDA, are widely used to evaluate agricultural policies. Following that lead, this paper proposes a partial equilibrium model to assess the impacts of Brazilian agricultural policy instruments, namely, minimum price, buffer stocks, agricultural credit and insurance, on four crops (rice, corn, soybeans and wheat). From the performed simulations, the minimum price policy caused stronger impacts on all crops than credit policies. However, because those results are strongly influenced by the specification of the equations, as well as the elasticities adopted in the system, rather than presenting a final and definitive review of the effectiveness of policy instruments, this article seeks to demonstrate the advantages and disadvantages of using these models in Brazil, encouraging a research agenda around the evaluation of the Brazilian agricultural policy.

Key words: *Partial equilibrium models, agricultural policy, policy evaluation, elasticities*

Área de interesse: Área 11 - Economia Agrícola e do Meio Ambiente

JEL Code: Q13 - Agricultural Markets and Marketing, Cooperatives, Agribusiness

¹ Escola de Economia de São Paulo (EESP/FGV)

² Escola de Economia de São Paulo (EESP/FGV)

1. Introdução

Praticamente todos os países possuem políticas específicas para incentivar ou proteger o setor agropecuário. Esta não é uma característica exclusiva de países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Embora haja significativas diferenças no desenho das políticas adotadas entre estes dois grupos de países, o fato é que todos alocam uma fração relevante do orçamento público para promover a atividade agropecuária e para criar alguma espécie de suporte para os seus produtores.

Dentre as principais economias acompanhadas pelo *Agricultural Policy Monitoring and Evaluation* da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), o Brasil é um dos países que oferece menos suporte público para o setor agrícola (Tabela 01). Em 2012, enquanto os Estados Unidos e a União Europeia transferiram 1.00% e 0.73%, respectivamente, do PIB para a produção agrícola, o Brasil alocou apenas 0.5%. Na lista fornecida pela OCDE, os países asiáticos parecem ser o grupo que mais alocaram recursos para o setor, de 1.21% a 3.63% do PIB, enquanto Austrália e Nova Zelândia estão entre os que menos transferiram (0.15% e 0.28%, respectivamente).

Ao cruzar os dados de participação da agricultura no PIB e volume de recursos alocados para políticas agrícolas, também como proporção do PIB, o Brasil fica em uma posição que merece destaque, pois, apesar de ser um país no qual a agricultura tem uma participação na economia (5.3% do PIB) acima da média (4.7% do PIB), também está entre aqueles que menos alocam recursos para políticas específicas para o setor.

De acordo com a Tabela 01, na maioria dos países monitorados pela OCDE, o setor agropecuário, ao menos restrito às atividades dentro da porteira, responde por uma participação limitada do PIB; em geral, menos de 10%. Todavia, apesar dessa limitada participação no PIB, o setor recebe montantes razoáveis de recursos dos contribuintes. Embora, essa relação entre participação no PIB e volume de recursos públicos alocados para o setor possa parecer à primeira vista uma contradição, na verdade, ela reflete os elevados riscos associados à produção agropecuária, bem como diversas falhas de mercado comumente encontradas no setor: (Ardeni e Freebairn, 2001, p. 1458-9)

- Os produtos tendem a ser mais homogêneos que os produtos industriais ou do setor de serviços. Com isso, é mais difícil criar algum tipo de diferenciação que possa agregar valor via atributos especiais ou marca. Produtos orgânicos, verdes ou transgênicos podem ser considerados exceções, porém é necessário reconhecer que a diferenciação dentro de cada um desses grupos também é bastante limitada;
- Dado que os produtos geralmente são mais homogêneos, que o número de produtores é grande e que não se concentram em uma única e pequena região, os mercados agrícolas tendem a ser mais competitivos que os mercados dos demais setores da economia. Com isso, os produtores tendem a ser tomadores de preços, ou seja, individualmente, possuem uma capacidade muito limitada para influenciar o preço final do seu produto;
- Como os produtores não se concentram em uma única e pequena região, pelo contrário, geralmente estão dispersos em grandes áreas do território, surgem comunidades rurais, cujo bem-estar está fortemente associado ao desempenho da atividade agrícola que, com frequência, depende de um número muito reduzido de commodities;
- Uma vez que os mercados agrícolas tendem a ser mais competitivos, os preços agrícolas, por sua vez, tendem a serem mais flexíveis, mais voláteis. Isto é, respondem mais rapidamente a variações de oferta ou de demanda, no mercado doméstico ou em mercados estrangeiros;

- O desenvolvimento dos processos produtivos na agricultura conta com uma inevitável dependência do meio ambiente. A produção agrícola é essencialmente um processo biológico, cuja evolução está em grande medida fora do controle do ser humano (Cafeiro, 2003, p. 1). Com isso, os preços agrícolas também tendem a ser mais voláteis porque a produção agrícola é mais sensível a oscilações sazonais e a mudanças climáticas.

Enfim, dado que a atividade agropecuária conta tanto com um risco de preço quanto com risco de quantidade elevados, a receita dos produtores também terá um comportamento bastante volátil. As características acima descritas fazem com que os mecanismos de mercado isoladamente não consigam funcionar satisfatoriamente de forma a promover maior eficiência ao setor. Por exemplo, a oferta de crédito assume um risco que torna o setor pouco atraente para o mercado bancário. Portanto, há a necessidade de que o setor público intervenha e atenuar essas falhas de mercado.

Tabela 01 – Relação entre gastos com política agrícola e participação da atividade agropecuária em relação ao PIB em 2012.

País/Bloco	Gastos com política agropecuária (% PIB) - A	Participação da Agropecuária no PIB (%) - B	A/B
Nova Zelândia	0.28	7.18	0.04
Austrália	0.15	2.42	0.06
Ucrânia	0.74	9.29	0.08
Chile	0.28	3.38	0.08
Brasil	0.49	5.32	0.09
África do Sul	0.27	2.52	0.11
Islândia	1.17	7.73	0.15
México	0.69	3.52	0.20
Federação Russa	0.81	3.93	0.21
Turquia	2.10	9.00	0.23
China	2.37	10.08	0.24
Indonésia	3.63	14.50	0.25
Casaquistão	1.25	4.67	0.27
Canadá	0.58	1.52	0.38
União Europeia	0.73	1.63	0.45
Estados Unidos	1.00	1.31	0.76
Noruega	0.95	1.17	0.81
Coreia do Sul	2.05	2.46	0.83
Japão	1.21	1.22	0.99
Suíça	1.02	0.68	1.52

Fonte: OCDE e Banco Mundial

Embora, por um lado, o Brasil seja um dos países que menos direciona recursos dos contribuintes para os produtores agropecuários, por outro, o montante alocado não é desprezível. Por exemplo, de acordo com os números compilados pela Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda (SPE/MF), em 2014, os gastos associados com o programa Bolsa Família representaram 0.52% do PIB e as Demais Despesas Correntes com

Educação (isto é, gastos totais com exceção da folha de pagamento), consumiram 0.84% do PIB.

Diante disso, é necessário avaliar quais arranjos entre os diferentes instrumentos de política agrícola disponíveis podem gerar os maiores benefícios para os produtores, incorrendo em menores custos para os contribuintes. Por exemplo, caso o governo queira ampliar a produção agrícola, qual é a melhor estratégia? Aumentar o volume de recursos disponíveis para crédito ou reduzir as respectivas taxas de juros? Ou aumentar o volume de estoques reguladores a fim de elevar o preço de mercado?

O presente artigo propõe um modelo de equilíbrio parcial que permite mensurar os impactos de mudanças em diferentes instrumentos de política agrícola, tais como, preços mínimos, estoques reguladores, taxas de juros, volume de crédito e de subvenção sobre quatro culturas, a saber, arroz, milho, soja e trigo. Além de avaliar os impactos desses instrumentos, este artigo propõe estimular a discussão em torno de uma agenda para elaboração de modelos para avaliar quantitativamente os instrumentos de política agrícola disponíveis e que podem ser implementados no Brasil.

Antes de apresentar o modelo proposto, a próxima seção fará uma breve discussão sobre como avaliar empiricamente políticas agrícolas. O objetivo da próxima seção é deixar claro que, embora os modelos de equilíbrio parcial sejam apenas uma possível abordagem para essa avaliação, eles contam um conjunto de vantagens que podem ser bastante úteis para o caso brasileiro. Na seção seguinte, o modelo proposto será detalhado, assim como as dificuldades encontradas para a estimação das necessárias elasticidades. Na penúltima seção apresentará os principais resultados encontrados ao aplicar esse modelo nas quatro culturas já mencionadas. Por fim, na última seção, uma breve discussão sobre as limitações do modelo proposto, bem como sobre futuros passos para melhorá-lo encerram este artigo.

2. Como avaliar empiricamente políticas agrícolas?

Diversos métodos já foram utilizados pela literatura econômica para avaliar empiricamente políticas agrícolas³. De acordo com Sadoulet e Janvry (1995), a escolha sobre qual método utilizar deve levar em consideração:

- Disponibilidade de dados: o pré-requisito básico para realizar qualquer análise empírica é a existência de dados. Porém, dependendo do volume e das características dos dados disponíveis, um método pode ser preferível aos demais;
- Teoria disponível sobre o objeto de estudo: para evitar a produção de resultados espúrios, isto é, resultados estatisticamente corretos, porém sem qualquer interpretação econômica, é necessário impor restrições de acordo com que a teoria já avançou sobre o objeto de estudo em análise. Todavia, muitas vezes, a própria teoria econômica tem pouco a dizer sobre determinados assuntos. Nessas condições, há duas opções: utilizar o conhecimento prévio que o analista tem sobre o objeto em análise ou deixar que os dados “falem por si mesmos”;
- Conhecimento prévio sobre o mercado a ser analisado: em mercados que o analista tem bastante familiaridade, conhece bem seus agentes, suas especificidades e sua dinâmica, é mais fácil impor restrições fazendo com o que o modelo represente mais fielmente a realidade. Caso contrário, a opção é,

³ Para uma survey recente sobre o assunto, ver Esposti e Sotte (2013).

novamente, recorrer a um método que permite que os dados “falem por si mesmos”.

Entre os principais métodos utilizados pela literatura, é possível classificá-los em dois grandes grupos: modelos econométricos, com especial destaque para os modelos de séries temporais; e os modelos estruturais, que podem ser modelos de equilíbrio parcial ou modelos de equilíbrio geral. Enquanto os modelos de econométricos permitem que os dados “falem por si mesmos”, os modelos estruturais dão maior liberdade para que o analista desenhe modelo de acordo com os conhecimentos prévios que ele tem sobre o(s) mercado(s) em análise.

2.1 Os modelos multimercado

O modelo a ser proposto por esse artigo está no grupo dos modelos de equilíbrio parcial, mais especificamente, os chamados modelos multimercado. Uma de suas principais características é a possibilidade de usá-los para simular o impacto de um preço em particular ou de um instrumento de política (mesmo que este não atue diretamente sobre o preço) sobre diversas variáveis de mercado (oferta, demanda, exportações, importações, preços praticados, preços recebidos, etc.) ou de política (receitas ou gastos orçamentários, bem estar dos produtores agrícolas, produtores de insumos, consumidores, inflação, taxa de câmbio, etc.).

Há diversos exemplos de aplicações desses modelos para os mercados agrícolas. Entre eles merecem destaque os *Policy Evaluation Model* da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Estes modelos foram utilizados, por exemplo, para avaliar qual é o impacto da migração de políticas de sustentação de preço para políticas de manutenção da renda dos produtores sobre os mercados agrícolas e sobre os orçamentos públicos (OCDE, 2010, 2001 e 1999).

A lógica de funcionamento deste modelo é indicar como uma variação em uma determinada variável (de mercado ou de política) muda a situação inicial e gera um novo equilíbrio. Embora estes modelos tenham a limitação de não conseguirem informar quanto tempo levará até que o sistema atinja este novo equilíbrio, eles permitem avaliar diversos efeitos indiretos ocasionados pela mudança de uma variável que não seriam tão óbvios à primeira vista.

Estes modelos são compostos por um sistema de equações que agregam as variáveis relevantes para cada mercado, bem como para cada instrumento de política. Essas variáveis estão conectadas entre si por meio de elasticidades, que geralmente são estimadas fora do modelo ou podem ser obtidas inclusive por meio de estudos anteriores ou até mesmo por “palpites” de especialistas.

Uma vantagem importante desses modelos é a facilidade com que suas equações podem ser utilizadas para simular os impactos diretos e indiretos de alterações nos instrumentos de política pública ou de choques nos mercados. Se por um lado, o modelo é bastante hábil para simular distintos cenários, por outro, não é adequado para fazer inferência, ou seja, para avaliar a validade do valor de algum parâmetro ou se alguma variável deve ou não entrar no modelo. Na medida do possível, essas informações têm que ser fornecidas por estudos prévios ou validado por especialistas.

É importante também mencionar que uma importante limitação desses modelos é o pressuposto de que os mercados modelados apresentam características que os aproximam dos mercados de concorrência perfeita. Isto é, estes modelos sugerem que o mecanismo de preço é um instrumento eficiente para transmitir informações entre os agentes envolvidos nesses mercados e para gerar a nova situação de equilíbrio.

Como já mencionado, estes modelos são bastante adequados para simulações. Entre outros motivos, merece destaque sua flexibilidade com relação aos dados que serão utilizados. Para fazer as simulações é necessário apenas um conjunto limitado de informações para

compor as condições iniciais, ou seja, o cenário base a partir do qual serão avaliados as mudanças nos instrumentos de política pública ou os choques nos mercados.

Essa flexibilidade se mantém ao estimar as elasticidades, parâmetros que exercem uma função central nesses modelos. Para estimar as elasticidades é possível utilizar dados com diferentes frequências, fontes, ou períodos de abrangência. Como, é possível até estimar separadamente cada elasticidade, também é possível usar distintos métodos estatísticos ou abordagens empíricas. No limite, como já comentado, é possível incorporar inclusive a opinião de especialistas da definição do valor das elasticidades.

A grande flexibilidade com relação aos dados também está ligada à possibilidade de desconsiderar variáveis importantes que não se tem muitos dados disponíveis ou cuja qualidade é questionável. Neste caso, para superar esta limitação, esta variável é assumida como constante no modelo. Isso significa que ela não será influenciada por qualquer outra variável no modelo, nem terá a capacidade de interferir em qualquer aspecto desse sistema. Em outras palavras, assume-se o pressuposto de que o valor dessa variável no novo equilíbrio será igual à sua condição inicial, não importa o que aconteça com todas as demais variáveis.

2.2 A estrutura básica dos modelos multimercado

Os modelos multimercado estão organizados em torno de três tipos diferentes de variáveis:

- Variáveis fixas: são as variáveis cujo valor no novo equilíbrio será igual ao valor na situação inicial;
- Variáveis endógenas: são as variáveis cujos valores serão gerados dentro do modelo. Isto é, seus valores serão resultados do novo equilíbrio gerado após as mudanças desejadas;
- Variáveis exógenas: são as variáveis que podem gerar choques nesse modelo. Isto é, são as variáveis cujo valor pode ser alterado pelo analista, por exemplo, para avaliar qual impacto essa variável gera sobre todas as demais variáveis endógenas do sistema.

Como será visto a seguir, a distinção entre variáveis endógenas e exógenas é fundamental na construção e no funcionamento desses modelos. Uma vez determinadas as equações do modelo

$$\begin{cases} x_1 = f_1(x_2, \dots, x_n, z_1, \dots, z_n, c_1, \dots, c_n); \\ x_2 = f_2(x_1, x_3, \dots, x_n, z_1, \dots, z_n, c_1, \dots, c_n); \\ \vdots \\ x_n = f_n(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, z_1, \dots, z_n, c_1, \dots, c_n); \end{cases}$$

é necessário representá-las de forma matricial, separando de um lado as variáveis endógenas e, de outro, as variáveis exógenas:

$$Ax - Bz = 0 \quad (1)$$

sendo, x , o vetor de variáveis endógenas presentes no modelo, A , a matriz de coeficientes (elasticidades) associados às variáveis endógenas, z , o vetor de variáveis exógenas presentes no modelo e, B , a matriz de coeficientes (elasticidades) associados às variáveis exógenas.

Para que o sistema de equações tenha solução, e que para que ela seja única, é necessário que o número de equações do modelo seja igual ao número de variáveis endógenas. Ou seja, para incluir ou excluir uma variável endógena, é necessário incluir ou excluir uma equação. Caso contrário, não é possível resolver o sistema.

Para avaliar o impacto de uma mudança em qualquer variável exógena (ou de mudanças em várias simultaneamente), basta calcular a matriz geradora de impactos a partir de (1):

$$x' = -A^{-1}Bz' \quad (2)$$

sendo, x' , o vetor de variáveis endógenas após as desejadas mudanças, $-A^{-1}B$, a inversa da matriz A , $-A^{-1}B$, a matriz geradora de impactos, e z' , o vetor com os novos valores para as variáveis exógenas.

Por fim, todos os impactos gerados pelas mudanças nas variáveis exógenas serão representados pelo vetor x' , que também pode ser utilizado para calcular a situação de outras variáveis que não pertencem ao sistema, mas cujo valor também é influenciado pelo novo equilíbrio gerado.

3. Um modelo para avaliação dos instrumentos de política agrícola brasileiros

Nos parágrafos seguintes será apresentado o modelo proposto para avaliar os principais instrumentos de política agrícola do Brasil. Esse modelo pertence à categoria de modelos de equilíbrio parcial, particularmente ao grupo conhecido como modelo multimercado. A grande vantagem desta abordagem é a possibilidade de incorporar com maior precisão as particularidades de cada instrumento de política agrícola, conforme já discutido na seção anterior.

Para facilitar a compreensão do modelo utilizado, as próximas subseções descreverão os mercados e os instrumentos de política agrícola que foram incorporados. De forma semelhante, também será descrito quais impactos podem ser avaliados a partir do arranjo envolvendo essas variáveis.

3.1 Mercados

O modelo proposto incorpora os mercados de quatro importantes culturas para o agronegócio brasileiro: arroz, milho, soja e trigo. Embora algumas dessas culturas sejam produzidas em diversos estados, para algumas variáveis (por exemplo, preço da terra) foram considerados na análise apenas os mercados dos principais estados produtores para cada cultura:

- Arroz: Rio Grande do Sul. De acordo com os dados da CONAB, este estado sozinho respondeu por 66.7% da produção brasileira de arroz na safra de 2011/2012;
- Milho: Bahia, Goiás, Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul. De acordo com os dados da CONAB, estes cinco estados responderam por 63.7% da produção brasileira de milho na safra de 2011/2012;
- Soja: Bahia, Goiás, Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul. Também de acordo com os dados da CONAB, estes cinco estados responderam por 76.5% da produção brasileira de soja na safra de 2011/2012;
- Trigo: Paraná e Rio Grande do Sul. Novamente de acordo com os dados da CONAB, estes dois estados responderam por 90.6% da produção brasileira de trigo na safra de 2011/2012.

Para as demais variáveis como produção, consumo doméstico, preço e saldo da balança comercial, foram utilizados séries que representam todo o mercado nacional.

3.2 Instrumentos de política agrícola

Há no Brasil um conjunto amplo de instrumentos de política agrícola em operação. Devido à falta de dados disponíveis e para dar maior clareza aos resultados, foi necessário limitar a análise a algumas políticas que foram consideradas como as mais importantes para as culturas de arroz, milho, soja e trigo. Dessa forma, foram incorporados no modelo os seguintes instrumentos de política:

- Preço mínimo;
- Volume de crédito concedido (custeio + comercialização);
- Volume de recursos aplicados como subvenção;
- Formação de estoques;
- Tributação sobre as cadeias industriais.

3.3 Impactos

O modelo parte de uma determinada situação em que todos os mercados estão em equilíbrio e todos os instrumentos de política agrícola já tem os seus parâmetros definidos (preço, taxa e custos orçamentários). Uma vez que foram modelados os mercados das quatro commodities (arroz, milho, soja e trigo), é possível avaliar tanto os efeitos diretos quanto os efeitos indiretos de uma mudança (ou de uma combinação de mudanças) em qualquer um dos instrumentos de política agrícola sobre:

- Preço praticado no mercado de cada cultura;
- Quantidade ofertada e quantidade demandada em cada mercado;
- Saldo da balança comercial para cada cultura.

Como a execução de alguns instrumentos de política agrícola (crédito, subvenção, formação de estoque e preço mínimo) demanda a alocação de recursos orçamentários, também é possível avaliar os custos de uma mudança em algum desses instrumentos. No caso de formação de estoques, também é possível avaliar a receita gerada pela venda de parte do volume estocado. Por fim, como este modelo não incorpora como as variáveis se comportam ao longo do tempo, não é possível avaliar o custo de carregamento desses estoques, apenas o custo de formação e as receitas de sua dissolução.

Todavia, como este é um modelo multimercado, não são apenas os instrumentos de política agrícola que podem gerar alterações nas demais variáveis. É possível avaliar o que acontece com as demais variáveis de mercado ou de política se houver uma variação:

- no preço internacional de cada commodity;
- no valor médio de arrendamento da terra para cada cultura;
- no preço internacional de fertilizantes;
- na taxa de câmbio.

3.4 Especificação do modelo

Como os modelos multimercado avaliam apenas como a variação de cada variável afeta as condições iniciais gerando uma nova situação de equilíbrio, todas as variáveis que compõem as equações deste modelo representam sua variação percentual ($\Delta\%$) e são denotadas por um ponto sobre a letra que representa cada variável. Por exemplo, \dot{O}_A representa a variação percentual da quantidade ofertada de arroz.

Além destas variáveis, o modelo também é composto por elasticidades. São as elasticidades que informam como a variação percentual de uma variável responde à variação percentual de outra variável. Por exemplo, ε_A^O representa a elasticidade-preço da oferta de arroz, ou seja, o quanto uma variação de 1% no preço do arroz faz variar sua quantidade ofertada.

Ao todo o modelo é composto por doze equações organizadas em três grandes grupos:

- equações de oferta para cada commodity;
- equações de demanda para cada commodity;
- equações de equilíbrio de cada mercado.

A seguir, serão descritas com mais detalhe as equações de cada grupo.

Equações de oferta

$$\begin{aligned}\dot{O}_A &= \varepsilon_A^O \dot{p}_A + \varepsilon_{A,M}^O \dot{p}_M + \varepsilon_{A,S}^O \dot{p}_S + \varepsilon_{A,T}^O \dot{p}_T + \varepsilon_{A,F}^O \dot{p}_F + \varepsilon_{A,L}^O \dot{p}_{L_A} + \varepsilon_{A,tx}^O t\dot{x}_A + \varepsilon_{A,crd}^O crd_A + \varepsilon_{A,seg}^O s\dot{e}g_A \\ \dot{O}_M &= \varepsilon_{M,A}^O \dot{p}_A + \varepsilon_M^O \dot{p}_M + \varepsilon_{M,S}^O \dot{p}_S + \varepsilon_{M,T}^O \dot{p}_T + \varepsilon_{M,F}^O \dot{p}_F + \varepsilon_{M,L}^O \dot{p}_{L_M} + \varepsilon_{M,tx}^O t\dot{x}_M + \varepsilon_{M,crd}^O crd_M + \varepsilon_{M,seg}^O s\dot{e}g_M \\ \dot{O}_S &= \varepsilon_{S,A}^O \dot{p}_A + \varepsilon_{S,M}^O \dot{p}_M + \varepsilon_S^O \dot{p}_S + \varepsilon_{S,T}^O \dot{p}_T + \varepsilon_{S,F}^O \dot{p}_F + \varepsilon_{S,L}^O \dot{p}_{L_S} + \varepsilon_{S,tx}^O t\dot{x}_S + \varepsilon_{S,crd}^O crd_S + \varepsilon_{S,seg}^O s\dot{e}g_S \\ \dot{O}_T &= \varepsilon_{T,A}^O \dot{p}_A + \varepsilon_{T,M}^O \dot{p}_M + \varepsilon_T^O \dot{p}_S + \varepsilon_T^O \dot{p}_T + \varepsilon_{T,F}^O \dot{p}_F + \varepsilon_{T,L}^O \dot{p}_{L_T} + \varepsilon_{T,tx}^O t\dot{x}_T + \varepsilon_{T,crd}^O crd_T + \varepsilon_{T,seg}^O s\dot{e}g_T\end{aligned}$$

Estas equações de oferta indicam que, de acordo com o modelo, a variação da quantidade ofertada de cada commodity i (\dot{O}_i), sendo $i = A$ (arroz), M (milho), S (soja) ou T (trigo), responderá à variação do:

- seu respectivo preço (\dot{p}_i);
- preço de todas as demais commodities (\dot{p}_j);
- preço dos fertilizantes (\dot{p}_F);
- preço médio de arrendamento da terra para cada cultura (\dot{p}_{L_i});
- volume de crédito (custeio + comercialização) concedido para a cultura i (crd_i);
- volume de recursos aplicados com subvenção para a cultura i ($s\dot{e}g_i$).

sendo i e $j = A$ (arroz), M (milho), S (soja) ou T (trigo), mas $i \neq j$.

É importante ressaltar que, de acordo com o modelo, a variação do preço de uma commodity poderá influenciar a quantidade ofertada de todas as demais culturas, assim como uma variação no preço dos fertilizantes. Porém, uma variação no preço de arrendamento da terra, no volume de crédito e de subvenção concedido para cada cultura irá influenciar somente a quantidade ofertada da própria cultura.

Equações de demanda

$$\begin{aligned}\dot{D}_A &= \varepsilon_A^D \dot{p}_A + \varepsilon_{A,M}^D \dot{p}_M + \varepsilon_{A,S}^D \dot{p}_S + \varepsilon_{A,T}^D \dot{p}_T \\ \dot{D}_M &= \varepsilon_{M,A}^D \dot{p}_A + \varepsilon_M^D \dot{p}_M + \varepsilon_{M,S}^D \dot{p}_S + \varepsilon_{M,T}^D \dot{p}_T \\ \dot{D}_S &= \varepsilon_{S,A}^D \dot{p}_A + \varepsilon_{S,M}^D \dot{p}_M + \varepsilon_S^D \dot{p}_S + \varepsilon_{S,T}^D \dot{p}_T \\ \dot{D}_T &= \varepsilon_{T,A}^D \dot{p}_A + \varepsilon_{T,M}^D \dot{p}_M + \varepsilon_T^D \dot{p}_S + \varepsilon_T^D \dot{p}_T\end{aligned}$$

As equações de demanda são mais simples que as equações de oferta. De acordo com o modelo, a variação da quantidade demandada de cada commodity i (\dot{D}_i), sendo $i = A$ (arroz), M (milho), S (soja) ou T (trigo), responderá à variação do:

- seu respectivo preço (\dot{p}_i);
- preço de todas as demais commodities (\dot{p}_j).

sendo i e $j = A$ (arroz), M (milho), S (soja) ou T (trigo), mas $i \neq j$.

Assim como nas equações de oferta, de acordo com o modelo, a variação do preço de uma commodity poderá influenciar a quantidade demandada de todas as demais culturas. Por

fim, é necessário incluir as equações que garantem que o resultado final gerado pelo modelo seja uma situação de equilíbrio.

Equações de equilíbrio para cada mercado

$$EG_i = \frac{O_i}{EG_i} \dot{O}_i - \frac{D_i}{EG_i} \dot{D}_i - \frac{BC_i}{EG_i} B \dot{C}_i$$

Estas equações sugerem que a variação da quantidade estocada da commodity i (EG_i), sendo $i = A$ (arroz), M (milho), S (soja) ou T (trigo), terá que ser igual à variação da sua quantidade ofertada (\dot{O}_i), menos a variação da sua quantidade demandada (\dot{D}_i), menos a variação do saldo da sua balança comercial ($B \dot{C}_i$). Estas equações garantem que o volume total produzido (a oferta) de cada commodity tenha que assumir um dos três destinos possíveis: ou foi consumida no mercado doméstico (demanda), ou foi exportada (balança comercial), ou foi para algum estoque. Caso o Brasil seja importador líquido de alguma cultura, como o trigo, por exemplo, a equação se mantém, apenas o saldo da balança comercial passa a ser negativo.

Estas são as equações que compõem o modelo. Antes de apresentar como são calculados os impactos que não saem diretamente dessas equações do modelo, é necessário detalhar como são determinados os preços praticados em cada mercado:

$$p_i = \begin{cases} p_i^I & \text{se } txc \times p_i^I \geq \bar{p}_i \\ txc \times \bar{p}_i & \text{se } txc \times p_i^I < \bar{p}_i \end{cases}$$

sendo $i = A$ (arroz), M (milho), S (soja) ou T (trigo).

De acordo com as equações acima, o preço a ser praticado em cada mercado doméstico poderá ser o preço internacional (p_i^I), caso este esteja maior ou igual ao preço mínimo, ou o preço mínimo (\bar{p}_i), caso este seja superior ao preço internacional em reais – por isso multiplicado pela taxa de câmbio (txc).

3.5 Avaliação dos impactos

Como já discutido anteriormente, parte da avaliação dos impactos se dá como um resultado automático das doze equações que compõem o modelo. Por exemplo, para avaliar o impacto da variação de qualquer variável sobre a variação:

- da quantidade ofertada de cada commodity, basta observar (\dot{O}_i);
- da quantidade demandada de cada commodity, basta observar (\dot{D}_i);
- do saldo da balança comercial de cada commodity, basta observar ($B \dot{C}_i$);
- do volume concedido de crédito (custeio + comercialização) de cada commodity, basta observar (cd_i);
- do volume aplicado em subvenção para cada commodity, basta observar (seg_i).

sendo $i = A$ (arroz), M (milho), S (soja) ou T (trigo).

Para os demais impactos, serão utilizadas as equações abaixo:

Variação total da balança comercial das quatro culturas ($B\dot{C}_{Total}$)

$$B\dot{C}_{Total} = \frac{BC_A B\dot{C}_A + BC_M B\dot{C}_M + BC_S B\dot{C}_S + BC_T B\dot{C}_T}{BC_A + BC_M + BC_S + BC_T}$$

Esta equação nada mais é que a soma dos novos saldos da balança comercial de cada cultura (numerador) dividido pela soma do saldo da balança comercial de cada cultura na situação inicial (denominador).

Variação dos gastos do governo com a política de preço mínimo por cultura (PM_i)

$$PM_i = \left[\frac{(\bar{p}_i^N - txc^F \times p_i^F)}{(\bar{p}_i - txc^I \times p_i^I)} (1 + \dot{O}_i) \right] - 1$$

sendo $i = A$ (arroz), M (milho), S (soja) ou T (trigo).

Estas equações sugerem que a variação do gasto incorrido com a política de preço mínimo para a cultura i (PM_i) irá depender da variação da diferença envolvendo o antigo preço mínimo e o preço internacional ($\bar{p}_i - p_i^I$) e a diferença envolvendo o novo preço mínimo e o preço internacional ($\bar{p}_i^N - p_i^I$), multiplicada pela variação da quantidade ofertada da commodity i ($1 + \dot{O}_i$). Todavia, embora o modelo permita este cálculo, ele depende de uma informação crucial: o volume de recursos gastos com o preço mínimo na condição inicial. Nessas condições, também será possível calcular o novo gasto total com este instrumento ($PM_{Total} = PM_A + PM_M + PM_S + PM_T$), bem como sua variação (PM_{Total}).

Variação do volume de recursos arrecadados pelo governo com cada cultura

$$ARR_i = (1 + i_i)(1 + \dot{p}_i)(1 + \dot{O}_i) - 1$$

sendo $i = A$ (arroz), M (milho), S (soja) ou T (trigo).

Esta equação sugere que a variação do volume de recursos arrecadados pelo governo com cada cultura i (ARR_i) depende da variação da alíquota tarifária (i_i), do preço praticado no mercado (\dot{p}_i) e da quantidade ofertada (\dot{O}_i) para a commodity i . Assim como com o preço mínimo, se for possível ter uma previsão do volume arrecadado na situação inicial, será possível calcular o novo volume arrecadado com as quatro culturas ($ARR_{Total} = ARR_A + ARR_M + ARR_S + ARR_T$), bem como sua respectiva variação (ARR_{Total}).

Variação dos gastos do governo com a formação de estoques

Para introduzir no modelo o funcionamento de toda a política de gestão de estoques, é necessário fazer algumas simplificações. No modelo proposto, assumiu-se que o governo compra os estoques ao preço mínimo (\bar{p}_i) e que ele se desfaz desses volumes ao preço praticado no mercado (p_i). Portanto a variação do custo (ou da receita) de formar (ou desfazer) estoques ($C\dot{E}G$) é representado por:

- para formar dos estoques: $C\dot{E}G_i = (1 + \bar{p}_i)(1 + E\dot{G}_i) - 1$

- para se desfazer dos estoques: $C\dot{E}G_i = (1 + p_i)(1 + E\dot{G}_i) - 1$

sendo $i = A$ (arroz), M (milho), S (soja) ou T (trigo).

3.6 Elasticidades

Como já comentado na seção anterior, as elasticidades exercem papel central nos modelos multimercado; são elas que determinam como as variáveis conversam entre si. Nesta seção será discutido como foram obtidas todas as elasticidades utilizadas nas equações deste modelo. Em primeiro lugar é necessário deixar claro que há cinco tipos de elasticidade no modelo anteriormente proposto:

- elasticidades-preço da oferta: ε_i^o , para a commodity i ;
- elasticidades-preço cruzada da oferta: $\varepsilon_{i,j}^o$, para cada commodity i e j , sendo $i \neq j$;
- elasticidade-preço cruzada da oferta com relação aos preço dos insumos: $\varepsilon_{i,k}^o$, para cada insumo k ;
- elasticidades-preço da demanda: ε_i^d , para a commodity i ;
- elasticidades-preço cruzada da demanda: $\varepsilon_{i,j}^d$, para cada commodity i e j , sendo $i \neq j$;

sendo i e $j = A$ (arroz), M (milho), S (soja) ou T (trigo) e $k = F$ (fertilizantes), L (arrendamento de terra), crd (volume de crédito) e seg (volume de subvenção);

Primeiramente, buscou-se estimar as elasticidades incorporadas no modelo. Apesar de várias tentativas usando, tanto modelos teóricos (modelos microfundamentados tanto para a curva de oferta quanto para a curva de demanda), como modelos de séries temporais e, até modelos de regressão, quando a disponibilidade de dados não conferia graus de liberdade para tentar qualquer outra abordagem empírica⁴. Infelizmente, os resultados obtidos foram bastante insatisfatórios.

Possivelmente, a raiz da dificuldade para estimar essas elasticidades foi a qualidade e a quantidade dos dados disponíveis. Os valores estimados a partir desses dados não foram razoáveis; por um lado, os valores das elasticidades-preço da demanda e da oferta foram muito baixos e, por outro, os valores das elasticidades cruzadas foram altos. Provavelmente isso decorre do fato da impossibilidade de incluir satisfatoriamente os preços dos fatores de

⁴ O esforço para estimar as elasticidades do modelo se concentrou tanto na coleta dos dados necessários para representar este mercado, quanto nas tentativas de usar diversos métodos empíricos para fazer as estimações. A principal dificuldade encontrada foi a quantidade e a qualidade dos dados disponíveis. Apesar disso, é importante detalhar as três principais abordagens tentadas:

- Modelos teóricos: tentou-se estimar as elasticidades das equações de oferta por meio de curvas de oferta com maior rigor teórico - isto é, modelos que garantiam que três propriedades microeconômicas: exaustão da renda; simetria entre as elasticidades; e homogeneidade de grau zero -, porém, infelizmente, os resultados obtidos foram muito ruins: coeficientes não significantes ou com sinal diferente do que seria razoável e erros padrão muito grandes;
- Modelo de séries temporais: tentou-se estimar as elasticidades-preço e cruzadas da oferta e da demanda foram por meio de modelos de cointegração, assim como as elasticidades envolvendo o preço dos fertilizantes e os preços médios de arrendamento para cada cultura. Novamente, valores pouco razoáveis e erros padrão muito grandes;
- Regressão simples: devido à falta de séries de dados mais longas, tentou-se as elasticidades envolvendo o volume de crédito (custeio + comercialização) concedido e o volume de subvenção aplicado para cada cultura foram obtidas por meio de regressão simples. Dada a limitação dos dados, não foi possível controlar os claros problemas de endogeneidade.

Por fim, tanto no caso dos modelos de séries temporais, quanto nas regressões simples, as variáveis estavam em logaritmo natural (neperiano) e contavam pelo menos com um tendência linear que era uma proxy (i) para progresso técnico nas equações de oferta e (ii) para a evolução da renda nas equações de demanda.

produção nas equações de oferta e de uma boa proxy para evolução da renda nas equações de demanda⁵.

Enfim, a limitação dos dados obrigou a adoção de outra estratégia: quando disponível, usar no modelo proposto uma média das elasticidades utilizadas pela OCDE nos seus modelos para os Estados Unidos e para os países da União Europeia. Em outras palavras, assumiu-se que as elasticidades dos mercados brasileiros de arroz, milho, soja e trigo podem ser representadas por uma média entre as elasticidades norte-americanas e europeias. As elasticidades obtidas a partir desta média são apresentadas nas Tabelas 02 e 03 e as originais estão publicadas em OCDE (2001, p. 46 e 47). É interessante notar que, pelos números da OCDE, geralmente, os mercados norte-americanos parecem ser mais inelásticos que os mercados europeus, todavia, os números não são muito distantes. Como não é possível afirmar de qual mercado as culturas nacionais se aproximam mais e como os valores divulgados não são muito distantes, optou-se por usar uma média. Por fim, como a OCDE não conta com elasticidades para crédito agrícola e subvenção, para essas duas variáveis, foram usadas as elasticidades estimadas anteriormente.

Tabela 02 – Média das elasticidades OCDE para as equações de oferta

Variáveis exógenas	Variáveis endógenas (mercados)			
	Preço Arroz	Preço Milho	Preço Soja	Preço Trigo
Arroz	1.66	-0.31	-0.09	-0.24
Milho	-0.15	1.65	-0.19	-0.40
Soja	-0.09	-0.37	1.36	-0.25
Trigo	-0.13	-0.47	-0.14	1.54

Variáveis exógenas	Variáveis endógenas (insumos e política)			
	Preço Terra	Preço Fertilizantes	Volume Crédito	Volume Subvenção
Arroz	0.00	0.00	0.16	0.05
Milho	-0.07	-0.05	0.34	0.05
Soja	-0.17	-0.19	0.17	0.05
Trigo	-2.14	-0.16	0.59	0.05

Fonte: OCDE e estimativas dos autores

4. Resultados encontrados

Para avaliar como os mercados dessas quatro commodities reagem a mudanças nos instrumentos de política agrícola, foram simulados cenários considerando isoladamente:

- Um aumento de 10% no preço mínimo de cada cultura, sob a hipótese de que o preço internacional em reais está abaixo do preço mínimo;
- Um aumento de 10% no volume de crédito (custeio + comercialização) concedido;

⁵ Um exemplo para ilustrar a limitação encontrada: os dados mais antigos de preço de fertilizantes encontrados datam de 2003. Como as séries de quantidade ofertadas e demandadas são anuais, havia apenas 10 observações (o período anual entre as safras 2003/2004 e 2012/2013) para estimar as elasticidades. Não é viável usar modelos de séries temporais com tão poucas observações. O número limitado de observações também impede o emprego de modelos de regressão convencionais, pois não há graus de liberdade suficientes para incluir variáveis que possam controlar os evidentes problemas de endogeneidade. Em todos os casos, o valor elevado do erro-padrão das elasticidades obtidas sugere que é grande a incerteza sobre o verdadeiro valor desses coeficientes.

- Um aumento de 10% no volume de recursos aplicados como subvenção para o prêmio do seguro.

Para ter uma referência da magnitude relativa desses impactos, também foram gerados cenários considerando isoladamente:

- Um aumento de 10% no preço de arrendamento da terra para cada cultura;
- Um aumento de 10% no preço dos fertilizantes.

A situação inicial de todas as simulações realizadas é os números da safra 2012/13. Isto é, o equilíbrio inicial das simulações é os preços e quantidades observadas ao final da safra 2012/13. Isso significa, por exemplo, que um aumento de 10% no preço mínimo do arroz (longo fino em casca), representa uma alteração no preço de R\$ 25.80 para R\$ 28.38. A mesma lógica se aplica a todas as outras variáveis⁶.

Tabela 03 - Media das elasticidades OCDE para as equações de demanda

Variáveis exógenas	Variáveis endógenas (mercados)			
	Preço Arroz	Preço Milho	Preço Soja	Preço Trigo
Arroz	-0.26	0.00	0.00	0.00
Milho	0.00	-0.25	0.02	0.13
Soja	0.00	0.05	-0.14	0.00
Trigo	0.00	0.32	0.10	-0.40

Fonte: OCDE

A seguir serão apresentados os impactos gerados por variações nos preços mínimo, no volume de crédito, no volume de subvenção, bem como nos preços de dois fatores de produção.

Como os mercados reagem a variações no preço mínimo?

Variações no preço mínimo de qualquer commodity afetam as condições de mercado de todas as outras culturas incluídas no modelo. Por exemplo, a elevação no preço mínimo do milho influencia os mercados do arroz, da soja e do trigo, porém com diferentes intensidades. De acordo com o modelo, um aumento de 10% no preço mínimo:

- do arroz, eleva em 16.6% sua quantidade ofertada, reduz em -2.6% sua quantidade demandada e faz com o que as exportações líquidas sejam de 1.66 milhões de toneladas. Por outro lado, este aumento no preço mínimo do arroz, causa uma redução na quantidade ofertada do milho (-1.5%), da soja (-0.9%) e do trigo (-1.3%);
- do milho, eleva em 16.5% sua quantidade ofertada, reduz a quantidade demandada em -2.5% e desloca as exportações líquidas para um patamar de

⁶ Os dados utilizados para montar o equilíbrio inicial tiveram como fontes:

- Para preço mínimo: CONAB (Arroz: RS; Milho e Soja: média MT, PR e RS; Trigo: média PR e RS);
- Para volume de crédito concedido: Banco Central do Brasil (<http://www.bcb.gov.br/htms/creditorural/2012/>);
- Para volume de subvenção aplicado: MAPA (<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/seguro-rural/relatorios/>);
- Para quantidades ofertada, demandada, variação de estoques e balança comercial: USDA (<http://www.fas.usda.gov/psdonline/>);
- Para preços internacionais: IMF Statistics (<http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx>);
- Para preços de terra: IBRE até Jun/2010 trazidos a valor presente pela variação do IGP-M;
- Para preço de fertilizantes: USDA (<http://www.ers.usda.gov/data-products/fertilizer-use-and-price.aspx>).

35.23 milhões de toneladas. Simultaneamente, as quantidades ofertadas das demais culturas sofrem uma queda de -3.1% (arroz), -3.7% (soja) e -4.7% (trigo);

- da soja, eleva em 13.6% sua quantidade ofertada, reduz em -1.4% a demanda por este grão e expande as exportações líquidas para 49.36 milhões de toneladas. Por outro lado, o aumento do preço mínimo da soja implica em uma redução da quantidade ofertada do arroz (-0.9%), do milho (-1.9%) e do trigo (-1.4%);
- do trigo, torna sua quantidade ofertada 15.4% maior, reduzindo sua quantidade demandada em -4% e diminuindo as importações líquidas em -18.3%. Assim como as culturas anteriores, o mercado de trigo está conectado - em diferentes intensidades - com os mercados das outras culturas. Sendo assim, ao aumentar em 10% o preço mínimo do trigo, há uma redução da quantidade ofertada de arroz (-2.4%), do milho (-4%) e da soja (-2.5%).

Como os mercados reagem a variações no volume de crédito (custeio + investimentos) e de subvenção?

De acordo com o modelo utilizado, enquanto variações no preço mínimo de qualquer commodity geram efeitos sobre todas as outras, mudanças no volume de crédito de custeio ou de recursos para subvenção impactam somente a cultura para a qual a política foi desenhada. Isto é, a elevação do volume de crédito para arroz, praticamente gera efeitos somente para a própria cultura do arroz; o impacto para as demais variáveis pode ser considerado como insignificante. Além disso, alterações nessas duas políticas exercem ainda um impacto, na margem, menor que mudanças nos preços mínimos. Este resultado é esperado, pois o preço mínimo atua diretamente no mercado, enquanto o volume de crédito tem que passar pela decisão do produtor a respeito de quanto produzir antes de conseguir influenciar algum parâmetro do mercado. Por fim, é importante salientar que, mudanças nos preços mínimos também exercem influência também no lado da demanda, enquanto o volume de crédito atua diretamente somente no lado da oferta.

Feitas estas considerações, é possível analisar o que acontece, de acordo com o modelo, após um aumento de 10% no volume de crédito (custeio + investimentos) no:

- Mercado do arroz: a oferta cresce 1.6% e as exportações líquidas alcançam um patamar de 230 mil toneladas;
- Mercado do milho: a oferta cresce 3.4% e as exportações líquidas sobem 12.2%, registrando um volume de 23.79 milhões de toneladas;
- Mercado da soja: a oferta cresce 1.7% e as exportações líquidas aumentam em 3.8%, totalizando um volume de 39.08 milhões;
- Mercado do trigo: a oferta cresce 5.9% e as importações líquidas passam a ser de 5.75 milhões de toneladas, isto é, registram uma redução de -4.2%.

Assim como na política com de preços mínimos, os resultados sugerem que os mercados de trigo e de milho são os mais elásticos à política de crédito. Merece também atenção o fato de que, neste caso, o mercado de soja se mostrar praticamente tão inelástico quanto o mercado de arroz. Todavia, foram encontrados resultados diferentes para a política de subvenção; as quantidades ofertadas das quatro culturas parecem responder na mesma intensidade a um aumento de 10% no volume de recursos aplicados nessa política: todas aumentam em 0.5%. Como a resposta é mais modesta que após um aumento no volume de crédito, a variação da balança comercial também é bem suave. Na verdade, este resultado era esperado, pois as elasticidades envolvendo a quantidade ofertada e o volume de subvenção são estatisticamente iguais (0.05) para todas as culturas (Tabela 02). Enfim, de acordo com o modelo, um aumento de 10% no volume de subvenção no mercado do:

- Arroz faz as exportações líquidas aumentarem 40.8%. Este valor pode parecer alto, mas representa uma elevação de 40 mil toneladas (isto é, sai de aproximadamente 100 mil para 140 mil toneladas);
- Milho faz as exportações líquidas crescerem 1.8%, atingindo um patamar de 21.59 milhões de toneladas;
- Soja faz as exportações líquidas crescerem 1.1%, registrando um volume de 38.08 milhões de toneladas;
- Trigo faz as importações líquidas caírem para 5.98 milhões de toneladas, uma leve redução de -0.4%.

De forma geral, é importante notar que, de acordo com o modelo, enquanto a política de preços mínimos é aquela que exerce maiores impactos sobre o mercado, a política de subvenção é que menos expande a oferta. Os resultados sugerem que a política de crédito parece gerar um impacto intermediário.

Como os mercados reagem a variações nos preços dos fatores de produção?

Para ter uma ideia da magnitude relativa dos resultados anteriores, também foram gerados cenários a partir de variações nos preços de dois fatores de produção: arrendamento da terra e fertilizantes. Tanto para o preço do arrendamento da terra quanto para o preço dos fertilizantes, não foi possível avaliar o quanto variações nestes fatores de produção influenciam o mercado de arroz. O ponto é que ao estimar suas respectivas elasticidades na equação de oferta do arroz, encontrou-se que elas podem ser consideradas estatisticamente iguais a zero. Ou seja, a quantidade ofertada de arroz responde muito pouco às variações nos preços do arrendamento e dos fertilizantes. Para as demais culturas foi encontrado que:

- milho: um aumento de 10% no preço do arrendamento e no preço dos fertilizantes reduzem a produção de milho em -0.5% e -0.7%, respectivamente;
- soja: um aumento de 10% no preço do arrendamento e no preço dos fertilizantes reduzem a produção de soja em -1.9% e -1.7%, respectivamente;
- trigo: um aumento de 10% no preço do arrendamento e no preço dos fertilizantes reduzem a produção de trigo em -1.6% e -21.4%, respectivamente.

Em linhas gerais, é possível afirmar que a produção da soja parecer ser mais sensível à variação dos preços dos fatores e produção. Por outro lado, os resultados sugerem que a resposta da produção de arroz é desprezível. Provavelmente, o fato da produção de soja ser mais intensiva em tecnologia e a produção de arroz competir menos por terra que as demais culturas ajudem a explicar estes resultados.

5. Considerações finais

Embora o Brasil seja um dos países que menos aloca recursos dos contribuintes para as atividades do setor agropecuário, o montante aplicado não é nada desprezível: 0.49% do PIB, em 2012, de acordo com os números da OCDE. Diante da importância do setor para a economia brasileira (5.32% do PIB, em 2012) e da magnitude dos recursos utilizados nos instrumentos de política agrícola, é necessário um programa constante de avaliação dos custos e benefícios dessas políticas.

Este artigo propôs um modelo de equilíbrio parcial capaz de simular o impacto de mudanças de diversos instrumentos de política agrícola sobre os mercados agrícolas. Da forma como o modelo foi especificado, é possível incorporar o impacto dos seguintes instrumentos:

- Preço mínimo;
- Taxas de juros para crédito agrícola;
- Volume de crédito (custeio + comercialização) concedido;

- Volume recursos aplicados como subvenção;
- Formação de estoques.

sobre diversas características dos mercados agrícolas, tais como:

- preço comercializado no mercado à vista;
- quantidade ofertada;
- quantidade demandada;
- quantidade estocada;
- quantidade exportada/importada.

Além dos impactos gerados por esses instrumentos, o modelo também permite calcular o custo associado a essas políticas. Como também a tributação também foi incorporada, é possível ter uma aproximação da arrecadação gerada em cada mercado. Por fim, o modelo também permite a simulação de choques nos mercados agrícolas derivado de variações:

- no preço dos fertilizantes;
- nos custos de arrendamento;
- na taxa de câmbio.

Para demonstrar uma aplicação empírica do modelo proposto, aplicou-se o modelo para quatro culturas (arroz, milho, soja e trigo) e avaliou-se como cada mercado responde a choques nos preços mínimos, nos volumes de crédito agrícola, nos volumes de recursos destinados à subvenção, nos preços dos fertilizantes e nos custos de arrendamento. Após esse exercício, os principais resultados encontrados foram:

- A política de preços mínimos exerce um impacto maior nos mercados dessas quatro commodities do que as políticas de crédito (custeio + comercialização) e de subvenção. Ou seja, uma elevação nos preços mínimos gera um impacto maior sobre os mercados do arroz, milho, soja e trigo do que uma elevação de mesma intensidade nas demais políticas consideradas;
- Este resultado é esperado, pois o preço mínimo atua diretamente no mercado, enquanto o volume de crédito e de subvenção tem que passar pela decisão do produtor a respeito de quanto produzir antes de conseguir influenciar algum parâmetro do mercado;
- Os resultados sugerem que os mercados de trigo e de milho são os mais elásticos tanto a alterações nos preços mínimos, quanto na política de crédito;
- O mercado do arroz se mostrou o mais inelástico entre as quatro culturas a mudanças nos preços mínimos;
- Para as políticas de crédito, o mercado de soja se mostrou tão inelástico quanto o mercado de arroz;
- As quatro commodities analisadas apresentaram a mesma intensidade de resposta a variações na política de subvenção: um aumento de 10% no volume de recursos aplicados em subvenção leva a um aumento da quantidade ofertada em todas as culturas de 0.5%;
- De forma geral, enquanto a política de preços mínimos é aquela que exerce maiores impactos sobre o mercado, a política de subvenção é a que menos expande a oferta. Os resultados sugerem que a política de crédito parece gerar um impacto intermediário;
- Em linhas gerais, é possível afirmar que a produção da soja parecer ser mais sensível à variação dos preços dos fatores de produção. Por outro lado, os resultados sugerem que a resposta da produção de arroz é muito baixa, estatisticamente igual a zero.

Embora o modelo incorpore diversas variáveis, tanto de mercado quanto de política, há várias limitações. Entre elas, merece especial destaque a sensibilidade do modelo com relação

aos valores atribuídos a cada elasticidade. Isso significa que, para o modelo oferecer resultados cada vez mais próximos da realidade, é necessário ter estimativas mais precisas elasticidades.

Além do preço mínimo, das políticas de crédito (custeio + comercialização) e de subvenção, o modelo já está pronto para incorporar outras políticas como taxas de juros do crédito agrícola, tributação, formação de estoque e os custos orçamentários dessas políticas. Todavia para que seja possível avaliá-las empiricamente, é necessário dados de melhor qualidade e em maior quantidade (séries históricas mais longas). Somente dessa forma será possível ter elasticidades estimadas com maior precisão e, conseqüentemente, os resultados serão mais precisos.

Por fim, além de apresentar uma sugestão de modelo para avaliar os instrumentos de política agrícola, este artigo também teve como objetivo estimular novas pesquisas nessa área, seja superando as limitações aqui encontradas, seja testando outras abordagens. De qualquer forma, é necessário que haja uma agenda permanente de avaliação das políticas agropecuárias, seja devido à importância do setor, seja devido ao volume de recursos alocados nessas políticas.

6. Referências bibliográficas

Ardeni, Pier Giorgio, and John Freebairn. The macroeconomics of agriculture. In: B. L. Gardner and G. C. Rausser (ed.), *Handbook of Agricultural Economics*, edition 1, volume 2, chapter 28, pages 1455-1485, 2002, Elsevier.

Cafiero, Carlo. *Agricultural Policies in Developing Countries*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), National Agricultural Policy Center (NAPC). Project GCP/SYR/006/ITA.

Esposti, Roberto, and Franco Sotte. Evaluating the effectiveness of agricultural and rural policies: an introduction. *European Review of Agricultural Economics* Vol 40 (4) (2013) pp. 535–539.

OCDE. *A Matrix Approach to Evaluating Policy: Preliminary Findings from PEM Pilot Studies of Crop Policy In the EU, the US, Canada and Mexico*. COM/AGR/CA/TD/TC(99)117/FINAL, OECD, Paris, 1999.

OCDE. *Long Term Trends in Policy Performance*. TAD/CA/APM/WP(2010)19/FINAL, OECD, Paris, 2010.

OCDE. *Market Effects of Crop Support Measures*. Organisation for Economic Co-operation and Development, pp. 119, 2001.

Sadoulet, Elisabeth, and Alain de Janvry. *Quantitative Development Policy Analysis*. Baltimore MD: The Johns Hopkins University Press, 1995, pp. 397.