

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
FACULDADE DE ECONOMIA**

**PEDRO EMANUEL REZENDE DE SOUSA**

***O BOOM DE COMMODITIES DOS ANOS 2000: PERSPECTIVAS TEÓRICAS E  
ANÁLISE DA VOLATILIDADE DOS PREÇOS DA SOJA E DO CAFÉ BRASILEIRO***

**Governador Valadares  
2019**

**PEDRO EMANUEL REZENDE DE SOUSA**

**O *BOOM* DE *COMMODITIES* DOS ANOS 2000: PERSPECTIVAS TEÓRICAS E ANÁLISE DA VOLATILIDADE DOS PREÇOS DA SOJA E DO CAFÉ BRASILEIRO**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Me. Felipe Nogueira da Cruz.

**GOVERNADOR VALADARES – MG  
2019**

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

Sousa, Pedro Emanuel Rezende de.

O BOOM DE COMMODITIES DOS ANOS 2000: PERSPECTIVAS TEÓRICAS E ANÁLISE DA VOLATILIDADE DOS PREÇOS DA SOJA E DO CAFÉ BRASILEIRO / Pedro Emanuel Rezende de Sousa. -- 2019. 46 f.

Orientador: Felipe Nogueira da Cruz

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências Sociais Aplicadas - ICSA, 2019.

1. Boom das commodities. 2. Volatilidade. 3. Exportações. I. Cruz, Felipe Nogueira da, orient. II. Título.

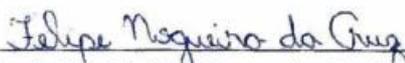
PEDRO EMANUEL REZENDE DE SOUSA

**O BOOM DE COMMODITIES DOS ANOS 2000: PERSPECTIVAS TEÓRICAS E ANÁLISE DA VOLATILIDADE DOS PREÇOS DA SOJA E DO CAFÉ BRASILEIRO**

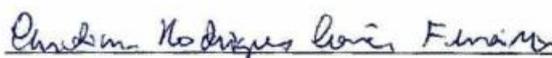
Trabalho de monografia aprovado como parte das exigências para a obtenção do título de bacharel no curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares.

Aprovado em: Governador Valadares, 25 de novembro de 2019.

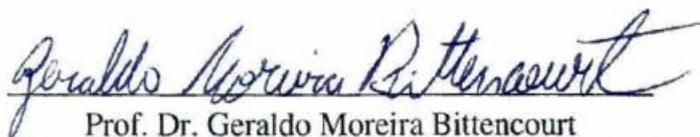
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Felipe Nogueira da Cruz – Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF/GV



Profa. Dra. Carolina Rodrigues Corrêa Ferreira  
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF/GV



Prof. Dr. Geraldo Moreira Bittencourt  
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF/GV

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, por todo o apoio que me forneceram e pela confiança que depositaram em mim.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, no campus de Governador Valadares, e aos incríveis professores que participaram da minha formação, me inspiraram e ensinaram valiosas lições. Em especial, ao meu orientador Felipe Nogueira da Cruz, pela paciência, pelos ensinamentos e por todo o apoio durante a construção deste trabalho.

Por último, aos meus queridos amigos que me entenderam, me acolheram e me acompanharam durante a graduação, tornando esses últimos anos uma experiência de inestimável valor e reunião das melhores memórias.

## RESUMO

O presente trabalho se propõe a discutir a dinâmica de preços das *commodities* durante o *boom* exportador dos anos 2000 e suas implicações para a economia brasileira. Para isso, adotou-se uma abordagem teórica de discussão e investigação das dinâmicas responsáveis pela elevação dos preços e um tratamento empírico de mensuração da volatilidade das cotações de café arábica e soja nos mercados à vista e futuros, por meio dos modelos econométricos de heterocedasticidade condicional autorregressiva da família ARCH. Os dados utilizados compreendem o período de 2003 a 2013 e são calculados por meio da primeira diferença logaritmizada (log-retornos) dos preços desses bens agrícolas. A análise empírica da volatilidade indica que os produtos são caracterizados por instabilidades e flutuações em suas cotações, sendo afetados por um longo período pelos choques positivos e negativos de preços. A síntese das análises teóricas aponta para a proeminência de duas causas principais para a valorização dos produtos primários que o diferem de movimentos altistas do passado: financeirização das *commodities* e ascensão da demanda chinesa.

Palavras-chave: *Commodities*; Preços; Volatilidade; Exportações.

## **ABSTRACT**

The present work proposes a discussion about the dynamics of commodities prices during the 2000's export boom and its implication for the Brazilian economy. For that purpose, a theoretic approach and an empirical evaluation were produced to investigate the causes of the prices growth and the volatility of coffee and soybean's prices in future and spot markets, using econometrics models of autoregressive conditional heteroscedasticity (ARCH and GARCH). The data, calculated as the logarithmized first difference (log-returns) of these agricultural goods, comprehends the years between 2003 and 2013. The empiric analysis of the volatility shows that these products are marked by having accentuated fluctuations of prices, in that shocks positive or negative generate impacts with long period of duration. The theoretical syntheses points toward two principal causes that differentiate this cycle of prices of similar movements in the past: financialization and the Chinese demand rise.

Keywords: 1. Commodities. 2. Prices. 3. Volatility. 4. Exportations.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. O BOOM DE COMMODITIES DOS ANOS 2000: DETERMINANTES E CANAIS DE TRANSMISSÃO PARA O BRASIL</b> .....	10
2.1. O <i>boom</i> de <i>commodities</i> dos anos 2000 e seus determinantes.....	10
2.2. Efeitos da alta recente dos preços das <i>commodities</i> .....	15
2.3. Os mercados futuros.....	18
2.4. A volatilidade e o componente cíclico dos preços das <i>commodities</i> .....	19
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	24
3.1. Os modelos ARCH e GARCH.....	24
3.2. Descrição e fonte de dados. ....	26
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES: VOLATILIDADE DOS RETORNOS DOS PREÇOS DA SOJA EM GRÃO E DO CAFÉ ARÁBICA BRASILEIRO</b> .....	27
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	38
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	40
<b>APÊNDICE</b> .....	44

## 1. INTRODUÇÃO

A definição de um padrão de comércio internacional que seja proveitoso em termos de crescimento e desenvolvimento econômico é tema de divergência entre as diferentes correntes de pensamento econômico. A especialização na produção de bens primários é defendida por teóricos da tradição clássica e neoclássica via exploração de vantagens comparativas, mas questionada, parcial ou integralmente, por estudiosos que revelam os efeitos negativos que caracterizam as exportações de *commodities*, tais como a volatilidade dos preços e a consequente vulnerabilidade externa (PESSÔA, 2006; CARNEIRO, 2012).

Durante os anos compreendidos entre 2003 e 2013, observou-se uma tendência de alta generalizada nos preços dos bens primários em termos absolutos (dólares) e relativos, o que jogou nova luz aos debates mencionados (PRATES, 2007). O *boom* das *commodities*, como ficou conhecido esse período, teve uma duração prolongada, abrangeu todos os principais grupos de *commodities* (alimentos, combustíveis e metais) e coincidiu com o crescimento econômico dos países especializados na produção primária (BLACK, 2015). Todos esses fatores, somados às dinâmicas inéditas que influenciaram esse ciclo de elevação dos preços e de sua volatilidade, como a financeirização e a demanda chinesa, exigem análises e reflexões aprofundadas sobre as causas e os efeitos para os países primário-exportadores, como o Brasil (CARNEIRO, 2012).

Associado a isso, o presente estudo tem como objetivo geral a compreensão do comportamento dos preços durante o *boom* exportador. Para tal, divide-se em dois objetivos específicos: (1) a identificação, em uma perspectiva teórica, dos principais fatores responsáveis pela elevação dos preços; e (2) a mensuração da variabilidade diária dos retornos dos preços de soja e café arábica no Brasil, entre 2003 e 2013, buscando captar sua magnitude e persistência temporal, em uma proposta empírica. Espera-se, com os resultados, confirmar a hipótese de alta volatilidade dos bens agrícolas, apontada pela literatura especializada no ciclo de *commodities*.

Souza e Veríssimo (2013) ressaltam que, dentre todas as *commodities*, são os alimentos os bens de maior importância para as saídas externas brasileiras, haja vista que, entre 1999 e 2011, contribuíram com 22,76% do total exportado. Durante os anos de altas dos preços primários, a soja contribuiu individualmente com uma média percentual de, aproximadamente, 9,45% do valor total exportado pelo Brasil, enquanto o café participou com 2,36%. Essas evidências posicionam esses dois produtos como alguns dos bens agrícolas de maior geração de valor para a pauta exportadora nacional, por isso, para fins deste trabalho, foram selecionados como itens representativos desse movimento altista.

Assim, baseando-se na literatura especializada no ciclo de *commodities*, o trabalho discute, em um primeiro momento, os determinantes e as consequências teóricas causadas pelo movimento altista de preços. Posteriormente, os retornos diários, em logaritmo, dos preços à vista e futuros de soja e café arábica foram tratados, segundo os modelos econométricos de heterocedasticidade condicional autorregressiva, ARCH e GARCH, em prol de conceber análises sobre o perfil da volatilidade dos bens agrícolas. Os dados referem-se aos anos de 2003 a 2013 para as séries de retornos utilizadas neste estudo, exceto para soja no mercado futuro, na qual só foram encontrados dados, nas bases consultadas, a partir de 2011.

As evidências apontadas por trabalhos anteriores<sup>1</sup> já mostram perfis de variabilidade dos preços agrícolas nos mercados à vista. No entanto, espera-se que este trabalho contribua para a literatura avançando na compreensão do comportamento volátil durante, especificamente, o ciclo altista de preços e tendo em vista a importância dos preços cotados nos mercados futuros. Ademais, tendo em vista que a análise de preços serve como instrumento central para planejamento e avaliação da produção agrícola, este trabalho provém substrato para implementação de políticas de estabilização dos preços desses bens.

Além desta introdução, o presente trabalho se estrutura como se segue: o Capítulo 2 é dividido em quatro tópicos, que abordam a discussão sobre a alta recente dos preços das *commodities*, suas causas e consequências para a economia brasileira, e a volatilidade que marca esses bens; o Capítulo 3 é dedicado ao método econométrico adotado para testar a volatilidade e às bases de dados; o Capítulo 4 é composto de resultados empíricos e discussões; e, finalmente, o Capítulo 5 é constituído das considerações finais deste trabalho.

---

<sup>1</sup> Ver Silva, Sáfyadi e Castro Júnior (2005), Campos (2007), Campos *et al.* (2007), Santos (2018).

## **2. O *BOOM* DE *COMMODITIES* DOS ANOS 2000: DETERMINANTES E CANAIS DE TRANSMISSÃO PARA O BRASIL**

Partindo das principais teorias do comércio internacional, esta seção propõe uma discussão sobre a alta recente dos preços das *commodities*, suas causas e canais de transmissão para a economia brasileira. A subseção 2.1 apresenta um panorama sobre os principais determinantes do *boom* de *commodities* dos anos 2000 apontados pela literatura consultada; a subseção seguinte, 2.2, exemplifica alguns dos efeitos da alta dos preços sobre a economia brasileira; o segmento 2.3 apresenta breves informações sobre o funcionamento do mercado de futuros; e, por fim, a subseção 2.4 é dedicada à relação entre o aumento nominal dos preços, a elevação da volatilidade e o componente cíclico que caracteriza os movimento altistas.

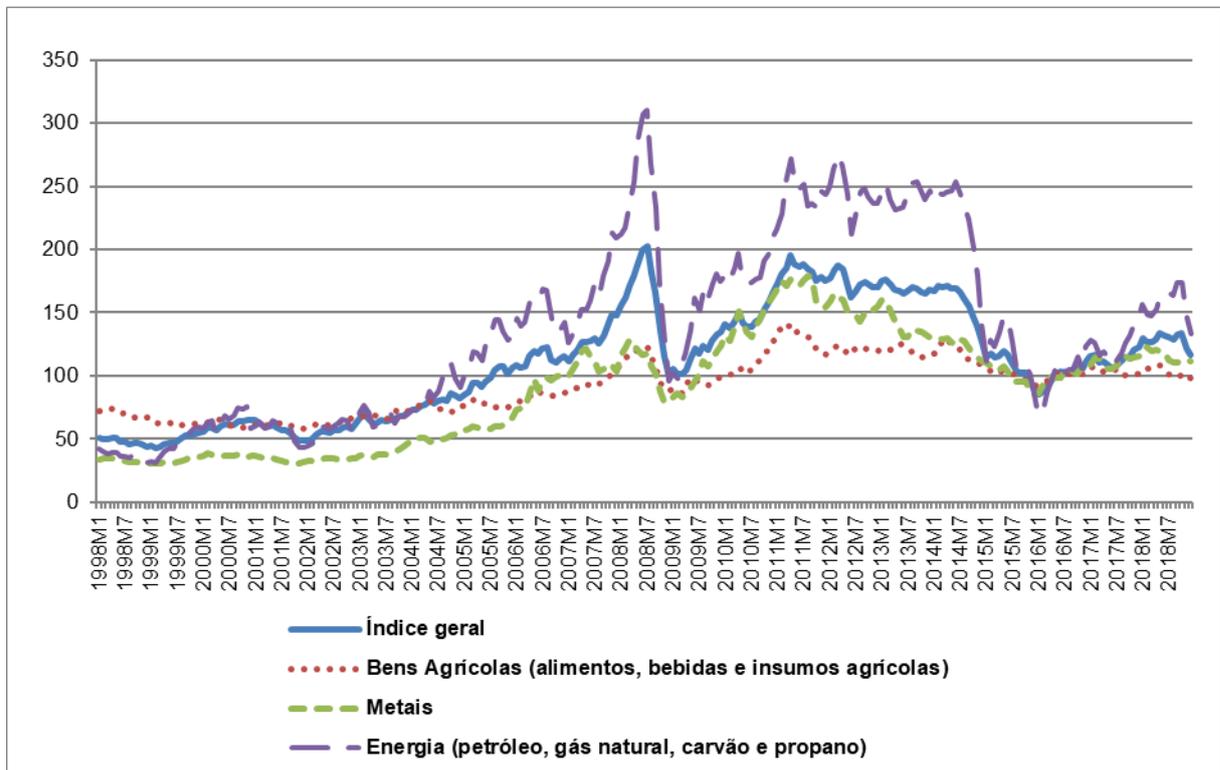
### **2.1. O *boom* de *commodities* dos anos 2000 e seus determinantes**

Tendo seu início por volta de 2002/2003, o *boom* das *commodities* se caracteriza por concentrar uma alta coletiva dos preços internacionais dos bens primários, tanto em termos absolutos (dólares) quanto relativos, provocando uma melhora dos termos de intercâmbio das *commodities* em relação às manufaturas, além de coincidir com uma trajetória positiva de crescimento econômico nos países especializados na produção e exportação de bens primários (BLACK, 2015; SERRANO, 2013). De acordo com Carneiro (2012), o que difere esse movimento de um simples choque nos preços é sua intensidade, prolongada duração e abrangência de produtos, o que demanda análises e reflexões aprofundadas.

Há outras evidências de *booms* de *commodities* com alguma expressividade no pós-Segunda Guerra Mundial, verificadas, por exemplo, durante a Guerra da Coreia (1950-53) e no decorrer da crise energética no início dos anos 1970. Algumas similaridades conjunturais entre todos esses períodos podem ser apontadas, tais como: crescimento econômico mundial sustentado, porém seguido de uma severa redução da atividade econômica, que, por sua vez, suscitou discussões sobre políticas econômicas ligadas a preocupações energéticas. Contudo, o período iniciado no começo do século XXI reserva algumas particularidades: concentrou aumentos simultâneos nos três principais grupos de bens primários (metais, agricultura e energia), não esteve associado a alta inflacionária (como nos anos 1970) e, por último, coincidiu com *booms* nos mercados imobiliário e acionário (BAFFES; HANIOTIS, 2010; WORLD BANK, 2009).

Depois de patamares historicamente baixos em 2001, os preços de diversos bens primários se elevaram em 2002, influenciados, principalmente, pela alta do petróleo. Em 2003, os metais já superavam o crescimento dos preços dos combustíveis e, em 2007, os preços dos bens alimentícios também cresciam a taxas maiores. Como consequência da crise financeira internacional de 2008, houve uma queda na tendência altista no ano seguinte, mas 2010 trouxe recuperação e provou a continuidade do ciclo positivo, que atingiu seu pico para preços de alimentos e metais em 2011 (SERRANO, 2013). A trajetória do índice geral dos preços internacionais nominais de *commodities*, bem como as respectivas trajetórias para os três grupos de bens primários (agrícolas, metais e energia) são reportadas no Figura 1, que abrange o período de 1998 a 2018.

**Figura 1. Índice de preços internacionais nominais de *commodities* (jan/1998 - dez/2018)**



Fonte: Elaboração própria a partir de dados extraídos do *International Monetary Fund, Primary Commodity Prices*.

Nota: Os índices têm como base 2016 = 100.

As referências na literatura que busca investigar os determinantes dessa sistemática valorização dos bens primários, nos anos 2000, indicam tanto fatores mais gerais, como o impulso de demanda advindo do crescimento dos países em desenvolvimento e as condições macroeconômicas globais favoráveis, quanto fatores específicos e que evidenciam razões

particulares para o comportamento de alguns grupos de bens, vide a mudança da tecnologia incorporada na produção e, conseqüentemente, alterações nos custos associadas a tais grupos. Outro fator importante nas análises é a financeirização das *commodities*, que traz um componente novo à dinâmica destes preços e se relaciona diretamente com a sua volatilidade.

Prates e Marçal (2008) atribuem maior importância às condições macroeconômicas mundiais e ao chamado efeito-China como pontos fundamentais de seu estudo. Um dos argumentos dos autores reside no fato de que os insumos da produção industrial são constituídos por bens primários, possuidores de uma oferta praticamente inelástica no curto prazo. Assim, o crescimento mundial e a recuperação industrial nos anos 2000 propiciaram uma demanda inesperada pelas *commodities*, o que logo se refletiu no sistema de preços, dada a rigidez da oferta. Destaca-se que a média de crescimento mundial entre 2002 e 2005 foi de 4,3%, enquanto no período 1992-2002 a mesma taxa foi de 3,6% (IMF, 2006).

Quando se investiga melhor essa demanda, o componente fundamental que sempre se sobressai nas análises é a ascensão da economia chinesa, que entrou na Organização Mundial do Comércio (OMC) em dezembro de 2001, e, desde então, aumentou largamente sua participação no mercado mundial a partir da exportação de bens manufaturados e importação de matérias-primas (IZERROUGENE; COSTA-MATA, 2011). Prates e Marçal (2008) evidenciam que a demanda chinesa sustentou parte da demanda mundial por bens primários de duas formas: importando insumos para os setores automotivo, metalúrgico e de construção civil, intensivos em *commodities* metálicas e industriais, além do aumento do fluxo de compras de *commodities* agrícolas e alimentos, necessários para abastecer o crescimento populacional da região. Só em 2003, as importações do país correspondiam a 26,5% da demanda mundial de aço, 19,8% da de cobre e 19% da de alumínio (IMF, 2004).

Serrano (2013) contrapõe-se a essas razões do lado da demanda e desmistifica o papel das importações chinesas como mecanismo que teria sustentado a elevação de preços das *commodities*. A priori, o autor diz que a economia mundial como um todo não cresceu significativamente mais rápida nos anos 2000 que nos anos 1990, mas houve, de fato, um crescimento concentrado nos países em desenvolvimento, movimento este que não compensou a redução do crescimento das economias centrais. Seu outro argumento sugere que o efeito-China não é relevante para todos os grupos de bens, sendo apenas suficiente para explicar a demanda por metais. Explorando as taxas de crescimento de importação de *commodities*, infere-se que a maioria destas, exceto dos metais, foi alta porque saíram de pontos de dotação inicial muito baixos, servindo, basicamente, para contrabalançar as taxas declinantes de importação dos países de maior renda. Dados de 2002 a 2007 utilizados pelo autor revelam que o consumo

chinês de café cresceu 32%, carnes cresceram 27% e o petróleo teve aumento de 48,7%, mas a participação chinesa na composição da demanda mundial era de apenas 0,1%, 2% e 2,7%, para cada um destes grupos, respectivamente. Os casos que contrastam largamente com esse padrão referem-se ao consumo chinês de minério de ferro (224,9%), no qual o país contribui com 38,4% da demanda global, e de outros metais, que cresceram em torno de 70% a 125% (JENKINS, 2011).

O efeito-China, contudo, é defendido não só pela sua importância na sustentação da demanda, mas também pelas implicações que o crescimento da participação do país asiático na produção de bens manufaturados teve no mercado e na determinação dos preços de bens industrializados. O aumento da oferta chinesa de bens industrializados, produzidos a partir de salários consideravelmente menores, forçou para baixo os preços finais desses produtos no mercado mundial, e essa queda provavelmente somou-se aos outros fatores que determinaram a melhora relativa das *commodities* em comparação com os manufaturados (CARNEIRO, 2012).

Por outro lado, a literatura que atribui maior importância a fatores do lado da oferta como determinantes da ascensão dos preços evidencia elementos específicos das dinâmicas dos mercados de combustíveis, metais e alimentos. Sobre o petróleo, Serrano (2013) indica que os membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), após a baixa histórica dos preços atingidos em 1999, coordenaram esforços para restringir a produção e o investimento de ampliação da capacidade produtiva pelos países membros. Em 2003, os resultados foram uma recuperação a taxas elevadas dos preços e, mesmo quando a demanda começou a se elevar, o abastecimento da produção veio de regiões com custos muito altos, como Canadá e o petróleo submarino brasileiro. Do específico para o geral, a relação mais importante entre o petróleo e os demais bens é o efeito que a elevação dos custos energéticos tem sobre os custos de produção de todos os outros grupos de primários.

Sobre os metais, Serrano (2013) põe o crescimento dos preços nos anos 2000 em função da recuperação dos preços do petróleo, que puxaram os custos energéticos, e da elevação da demanda chinesa. Esta última vinha crescendo desde os anos 1990, mas o movimento altista no grupo só se deu a partir de 2003, quando a capacidade ociosa na indústria de mineração se esgotou. Por seu turno, os preços dos bens alimentícios cresceram muito menos que os outros dois grupos e, provavelmente, foi originado, de acordo com Carneiro (2012), pelo fato de a agricultura ter acompanhado mais de perto o ritmo de inclusão do progresso tecnológico e pela composição da elasticidade-renda dos produtos agrícolas, que é ainda inferior às outras *commodities*.

Alguns fatores relacionados à globalização financeira<sup>2</sup> e à política monetária do *Federal Reserve*, Banco Central dos EUA, geralmente analisados em conjunto, também são incluídos na análise dos determinantes dessa tendência crescente dos preços: a desvalorização do dólar, as baixas taxas de juros norte-americanas e as inovações financeiras nos mercados futuros.

A desvalorização do dólar frente ao euro e ao iene, ocorrida durante o início dos anos 2000 até o primeiro semestre de 2005, pode ter fomentado uma demanda maior dos mercados japonês e europeu pelos bens primários. Primeiramente, é importante destacar que os preços internacionais de *commodities* são cotados em dólar e as desvalorizações dessa moeda geralmente são refletidas em preços mais baixos (convertidos na moeda local) e uma maior demanda, gerando uma alta das cotações internacionais. Do outro lado, esse mesmo movimento de depreciação cambial teve efeitos sobre os especuladores financeiros, que adquiriram ativos no mercado futuro de *commodities* como alternativa aos rendimentos menores, dadas as taxas de juros norte-americanas mais baixas, e à incerteza que a desvalorização cambial poderia causar (PRATES, 2007).

Para Carneiro (2012), antes dos anos 2000, os especuladores dos mercados futuros de *commodities* visavam apenas fazer *hedge* contra a inflação ou variação do dólar, mas, após este período, abriram-se possibilidades inovativas e se tornaram comuns os índices futuros de *commodities*. Graças a isso e ao incentivo das baixas taxas de juros norte-americanas, houve um aumento no fluxo de investidores interessados em derivativos<sup>3</sup>, propiciando a formação de uma bolha especulativa no mercado futuro. Essa alta alimentou uma elevação dos preços à vista, e este últimos, por sua vez, elevaram, novamente, a cotação dos índices futuros. Esse mecanismo torna os preços mais voláteis, porém, o autor ressalta que a ideia de que este mercado e os preços são dominados por investidores especulativos não é consensual, mas é, sim, percebido um novo perfil de agentes e uma nova lógica que pode ter influenciado a volatilidade das cotações internacionais desses ativos.

A financeirização das *commodities* é definida por Da Silva *et al.* (2013) como um conjunto de influências advindas do mercado financeiro e da economia global que concentram poder para elevar ou reduzir os preços de produtos primários, independentes de seus fundamentos, e alteram a volatilidade e a liquidez desses mercados. Os autores afirmam que

---

<sup>2</sup> A globalização financeira designa as estreitas interligações entre os sistemas monetários e os mercados financeiros nacionais, abrangendo a interpenetração desses segmentos em âmbito doméstico e sua integração aos mercados mundiais (CHESNAIS, 1999).

<sup>3</sup> Derivativos são ativos de valor determinado de algum outro ativo, mercado ou combinação pré-especificada de eventos, e visam derivar benefícios de movimentos dos mercados em alguma direção ou evitar as perdas provenientes do mesmo comportamento (CARVALHO *et al.*, 2012, p. 220).

essa é a hipótese de maior força dentre os trabalhos levantados que buscam apontar as causas da elevação de preços.

Todos os fatores discutidos nesta subseção, listados no Quadro 1, são peças-chave na análise dos determinantes do ciclo de expansão dos preços e, de acordo com Prates (2007), é a sobreposição de todos eles que resultou na alta generalizada dos preços de primários. Mais que isso, é importante ressaltar também a interdependência entre todos esses aspectos, pois não haveria uma demanda chinesa tão forte se não houvesse um crescimento econômico global, assim como a bolha especulativa nos mercados futuros não teria se formado sem o incentivo das baixas taxas de juros nos EUA.

**Quadro 1. Resumo das teorias sobre as causas do ciclo expansionista dos preços de *commodities* no começo do século XXI**

<b><i>Causas do boom</i></b>	<b><i>Autores</i></b>
Efeito-China	Prates (2007); Prates e Marçal (2008); IMF (2004)
Aumento de custos	Serrano (2013); Carneiro (2012)
Financeirização	Black (2013); Prates (2007); Carneiro (2012); Serrano (2013)
Política monetária norte-americana	Prates (2007); Prates e Marçal (2008)

Fonte: Elaboração própria.

Depreende-se dessa análise que a união entre os ventos favoráveis de fatores conjunturais direcionou o ciclo para sua fase altista, mas restam questionamentos sobre a sustentabilidade desses mesmos fatores no longo prazo e sobre os efeitos para os países especializados na exportação de primários, que estão à mercê de eventos favoráveis em um ambiente macroeconômico mundial com variáveis incertas. Esses efeitos são discutidos na próxima seção.

## **2.2. Efeitos da alta recente dos preços das *commodities***

De acordo com a UNCTAD (2013), o cenário positivo para o mercado de *commodities* se refletiu na melhora dos termos de troca para os países em desenvolvimento de forma distinta, por conta das especificidades de suas pautas de exportação e importação. As nações que

exportam majoritariamente metais e combustíveis auferiram maiores ganhos relativamente aos exportadores de manufaturas, enquanto os países exportadores de bens agrícolas obtiveram um desempenho relativamente menor. Ademais, esses ganhos podem ser mitigados pelo fato de alguns países serem importadores líquidos de categorias cujos preços cresceram. Um país exportador de gêneros alimentícios e importador líquido de metais, petróleo e seus derivados pode, no limite, ter auferido prejuízos significativos com a alta destes últimos.

Nesse cenário, Cunha (2007) destaca uma melhora substancial para as economias latino-americanas, tradicionalmente especializadas na produção de primários, tendo registrado, entre 2002 e 2005, uma evolução média dos termos de intercâmbio em torno de 23% para a América do Sul e 9% para o México, a partir dos dados obtidos juntos a Western Hemis. Para o autor, os países da região que mais capitalizaram durante esse período são aqueles mais expostos ao ciclo de *commodities*, Argentina e Venezuela, que também apresentaram taxas de inflação, entre 2004 e 2006, acima da média regional de 5%.

Existe, no entanto, uma problemática, desenvolvida por Barbosa (2011), de que os países da região durante o *boom* também enfrentaram aspectos negativos causados pela ascensão chinesa. O autor diz que os países mais favorecidos foram aqueles que fabricam os produtos altamente demandados pela economia chinesa e que não possuem uma estrutura industrial complexa, destacando a performance do Chile e do Peru. Argentina e Brasil também foram favorecidos pelo perfil de *commodities* que exportam para a China, mas, por outro lado, possuem uma composição de manufaturas maior na sua pauta de exportação e, portanto, sofrem pressão competitiva mais forte nestes setores de importância para a composição do PIB nacional. Esses quatro países, aliás, representaram 90% das exportações latino-americanas para a economia asiática entre 2004 e 2008.

Ainda assim, considera-se que essa dinâmica de valorização nominal e relativa dos preços teve impacto positivo para os exportadores líquidos de bens primários, inclusive para o caso brasileiro, onde as exportações desse grupo compõem uma parcela menor das exportações totais, em comparação com os vizinhos sul-americanos. Essa melhoria, até 2011, esteve associada a um maior crescimento econômico para o Brasil, que cresceu a uma média anual de 2,3% no pré-*boom* (1995-2002) e de 3,88% entre 2003 e 2011 (BLACK, 2015).

Logicamente, a análise de crescimento depende de outros fatores e, para o caso do Brasil, conforme examinado por Pessôa (2006), está relacionada com a melhora institucional e a redução do risco macroeconômico, vide adoção do câmbio flutuante e do mecanismo de metas para a inflação. A importância dos termos de intercâmbio, entretanto, é que, além do efeito estático, essa melhora gera uma dinamização interna, que agregadamente é refletida em maior

produtividade total dos fatores e possibilita um crescimento via exploração das vantagens comparativas. Para o caso brasileiro, o autor ainda aponta para uma tendência de elevação da participação dos produtos básicos na pauta de exportação.

Gruss (2014) também relaciona os potenciais elos entre os preços dos produtos exportados e o crescimento econômico da América Latina. O autor menciona que a melhora nos termos de intercâmbio gera uma receita maior para os produtores nacionais e, conseqüentemente, é seguida por uma elevação de consumo e investimento no ramo de *commodities* e setores relacionados, como transporte e logística. Esse cenário melhoraria a produtividade da economia e contribuiria para o crescimento, porém teria efeito apenas temporário, pois investimento e consumo naturalmente se ajustariam às novas condições de mercado e o incremento necessário para o crescimento reverter-se-ia à situação anterior à fase altista do ciclo de preços.

Black (2015) indica que a relação entre a melhora dos termos de troca e o crescimento brasileiro é dada por cinco canais de transmissão. Primeiro, o **canal direto** refere-se ao efeito-preço e considera o quanto as exportações dos bens primários contribuem para o PIB e, desta forma, quão capazes são de gerar incrementos na renda. Segundo, o **canal indireto** depende, inicialmente, de um saldo comercial positivo para os países exportadores de *commodities* e importadores de manufaturas brasileiras, o que pode ser revertido, em um segundo momento, na compra de produtos produzidos pelo Brasil.

Terceiro, o **canal do mercado de trabalho** relaciona o aumento dos preços à maior demanda por mão de obra nos setores de exploração de recursos naturais. Quarto, o **canal subordinado** expressa como uma melhora no balanço de pagamentos possibilita políticas de estímulo ao crescimento e expansão da demanda interna que não impliquem em uma crise das contas externas. Por último, o **canal fiscal** se manifesta pela receita fiscal obtida por meio de *royalties* e impostos específicos sobre a exploração de recursos naturais e como esta mesma pode ser utilizada para impulsionar a demanda interna (BLACK, 2015).

Ampliando essa noção dos canais de crescimento, pode-se incluir aqui um resultado encontrado por Bredow *et al.* (2016). Utilizando modelos VAR/VEC que relacionam o aumento de preços dos bens primários e o fluxo de capital externo, os resultados do trabalho indicam que o movimento altista dos preços foi um determinante relevante sobre a entrada de divisas via exportações e investimento estrangeiro em carteira (IEC), funcionando como um **canal financeiro**. Os autores indicam que a alta de preços mantém alguma relação positiva sobre o aumento do fluxo de capital especulativo para o Brasil, o que está alinhado à hipótese de financeirização defendida por Black (2015).

Kaltenbrunner e Paineira (2014) apontam que essa mudança no perfil do capital estrangeiro que inundou as contas nacionais durante o *boom* das *commodities* não contribuiu para uma situação de maior segurança externa. Pelo contrário, as possibilidades de retorno de curto prazo ditaram uma crescente importância das operações de câmbio em detrimento do investimento direto e de longo prazo. De acordo com essa configuração, a lucratividade do sistema está diretamente ligada à valorização dos preços, ou seja, é mais vulnerável às flutuações cíclicas de mercado.

Assim, é razoável pensar que parte desse recrudescimento do fluxo de capital estrangeiro está relacionado ao aumento de preços e foi possibilitado pelas inovações nos mercados financeiros (BLACK, 2015; BREDOW *et al.*, 2016). Entre essas inovações, destaca-se o mercado futuro como meio para negociações de bens primários, mecanismo que se discute na próxima subseção.

### 2.3. Os mercados futuros

Antes de explorar os fatores responsáveis pela formação de preços futuros, é importante esclarecer alguns conceitos básicos sobre o mercado futuro. Em termos gerais, esses mercados servem como meio onde se assumem compromissos de compra ou venda de um determinado bem, ativo financeiro ou índice econômico em prol de liquidação em uma data futura estabelecida previamente. Especificamente para os mercados agrícolas, caracterizados pela assimetria de informações, os mercados futuros tornaram-se ferramenta importante para fixação de expectativas (BESSADA, 2003; SANTOS, 2018).

Em um contrato futuro são especificados o produto e seu padrão de qualidade, as quantidades determinadas, pontos de entrega e data de futura liquidação. Essa padronização confere maior liquidez a esse tipo de contrato, facilitando sua negociação entre os agentes que compõem os mercados acionário e financeiro. Dessa forma, torna-se possível a atenuação do risco de variações adversas de preços, que não afetarão a transação com preço já fixado em contrato estabelecido (BESSADA, 2003; SANTOS, 2018).

A atuação dos agentes nestes mercados terá dois objetivos básicos: *hedge* e especulação. Os *hedgers* procuram os mercados futuros simplesmente para proteção de suas eventuais perdas nos mercados à vista, podem ser agentes como produtores rurais e empresas que realizam operações nas quais o resultado financeiro dependa do desempenho dos preços de um produto qualquer. Os especuladores, por sua vez, estão atrás de ganhos financeiros e utilizam esses contratos como uma ferramenta para manejar preços ao longo do tempo, assumindo os riscos

necessários para tal. Em suma, a importância desses indivíduos reside no volume de transações que são capazes de realizar. Afinal de contas, os especuladores existem em grande quantidade, realizam muitas transações e, conseqüentemente, garantem a liquidez aos contratos (MARQUES; MELLO; MARTINES, 2006; SANTOS, 2018).

Dito isso, existem diferentes dinâmicas que se sobrepõem nos mercados futuros, o que implica, geralmente, em preços maiores que nos mercados à vista. Essa diferença existe, em princípio, por conta dos custos de carregamento de uma dada posição até a data de vencimento do contrato, o que inclui armazenamento, aluguéis, transportes, seguros e custo financeiro aplicado ao estoque. Além disso, esses preços também têm inclusos um prêmio pela incerteza em relação ao comportamento dos preços (ASSAF, 2001).

De acordo com Assaf (2001), os preços futuros podem ser descritos da seguinte forma:

$$PF_t = PV_t (1 + K)^n + n \cdot cc \quad (1)$$

em que:

$PF_t$  = preço futuro no momento  $t$ ;

$PV_t$  = preço à vista no momento  $t$ ;

$K$  = taxa de juros diária;

$n$  = número de dias a transcorrer até o vencimento do contrato futuro;

$cc$  = custo de carregamento.

Esse funcionamento do mercado financeiro adiciona um elemento especulativo à dinâmica de cotações dos preços e mantém uma relação com o aumento da volatilidade (BLACK,2013), além de suscitar questionamentos sobre os impactos dessa variabilidade para a saúde das contas externas e sobre o perfil cíclico que esse modelo sustenta, pontos discutidos na próxima subseção.

#### **2.4. A volatilidade e o componente cíclico dos preços das *commodities***

Prebisch (1986) indica, a partir da teoria de deterioração dos termos de troca, uma trajetória de longo prazo decrescente dos preços das *commodities* agrícolas em relação às manufaturas. Esse movimento, motivado por uma menor elasticidade-renda da demanda dos bens primários, prejudicaria os países da periferia, tradicionalmente especializados na produção e exportação de *commodities* agrícolas, de menor valor agregado, e importadores de bens de

consumo e industriais, de maior valor agregado. Esse diferencial resultaria em uma disparidade de renda em favor das nações desenvolvidas que compõem o centro do sistema econômico mundial. A baixa elasticidade-renda dos bens primários, por sua vez, é explicada por dois fatores principais: (i) avanços do progresso técnico na produção de bens manufaturados, possibilitando uma utilização menor de insumos e matérias-primas na produção industrial; e (ii) mudanças no padrão de consumo que acompanham os aumentos de renda, repercutindo em um crescimento menor da taxa demandada por alimentos.

De acordo com Prates (2007), estudos recentes comprovaram empiricamente a tese da deterioração dos termos de troca no longo prazo, com análises feitas a partir de dados da segunda metade do século XX (CASHIN; MCDERMOTT, 2002; SILVA, 2013; OCAMPO; PARRA, 2003; BLOCH; SAPSFORD, 2000). Porém, a tendência de alta generalizada nos preços dos bens primários nos anos 2000 redirecionou a atenção de muitos pesquisadores para a possibilidade deste movimento constituir uma reversão da tese de Prebisch (1986). Contudo, essas análises não anulam o componente cíclico de médio e curto prazo, ressaltado pelo autor, ao qual estão sujeitos esses bens.

No curto e médio prazo, Prebisch (1986) adiciona dois fatores para explicar o fator cíclico que compõe os preços das *commodities*: a elasticidade salarial dos países em desenvolvimento e a posição desfavorável da agricultura na estrutura produtiva global. A primeira destas razões listadas decorre da baixa sindicalização dos trabalhadores desses países e da ampla oferta de mão-de-obra. Assim, mesmo em situações onde há uma elevação da produtividade nos países periféricos, isso não é revertido em maior remuneração dos trabalhadores, como nos centros. E ainda que corrigida a rigidez salarial dos primeiros, o autor estipula que essa elevação de custos seria contornada pelos países desenvolvidos diminuindo sua produção industrial e, conseqüentemente, demandando uma quantidade menor de bens primários, o que promoveria um reajustamento para baixo dos preços e salários nas nações primário-exportadoras.

Furtado (1959) sofisticou o arcabouço teórico proposto por Prebisch (1986) ao ressaltar a importância dos fluxos de capital externo, indicando que a ordem internacional era assimétrica e, portanto, uma economia voltada para a exportação de produtos primários seria incapaz de permanecer no padrão-ouro<sup>4</sup>. A ideia básica era que havia uma correlação positiva entre as variações cíclicas das receitas de exportação e os movimentos da conta capital. Assim, um saldo

---

<sup>4</sup> O padrão-ouro é um sistema que fixa os termos de convertibilidade de uma moeda nacional qualquer em ouro. O modelo existiu de 1870 até a Primeira Grande Guerra (1914) e implicava em taxas de câmbio nominais fixas (BLANCHARD, 2011, p. 402).

superavitário comercial puxaria um saldo positivo de reservas internacionais, mas o efeito contágio também era verdadeiro para um saldo negativo e, caso se desdobrasse uma crise advinda dos centros, as contas do balanço de pagamentos, especificamente as contas capital e financeira, rapidamente seriam afetadas negativamente. Os ciclos seriam disseminados do centro para a periferia, que experimentaria queda no valor das exportações, fuga de capitais e uma dependência externa estrutural (BASTOS, 2007).

A marcada variabilidade de preços das *commodities* no período recente também recebe atenção na literatura consultada por conta de suas implicações práticas e teóricas. A volatilidade é uma constante no mercado de primários e existe independente da tendência declinante ou ascendente do ciclo, pois está intimamente ligada à própria organização e ao processo produtivo característico do setor. As *commodities* constituem mercados *flex prices*, ou seja, seus preços são ajustáveis em função da demanda, visto que a oferta é relativamente fixa no curto prazo. O setor industrial, por sua vez, é caracterizado como *fix prices* e consegue ajustar melhor a oferta em função da demanda por conta da utilização da capacidade ociosa (CARNEIRO, 2012).

Ghosh *et al.* (2012), porém, indicam que as interações entre oferta e demanda não são suficientes para explicar totalmente o perfil das oscilações desses preços, ponto reforçado por Black (2013) ao indicar que a volatilidade estaria relacionada à hipótese de financeirização, o novo elemento do ciclo dos anos 2000. A autora assinala que a volatilidade, após o fim do regime de Bretton Woods, no começo da década de 1970<sup>5</sup>, ficou naturalmente mais acentuada, mas parte disso esteve associada aos choques do petróleo e à extinção de órgãos reguladores de preços, tais como a *International Commodity Agreements* (ICA). No século XXI, novamente essa volatilidade vem à tona, muito mais pronunciada que outrora.

Carneiro (2012) observa que a alta recente das *commodities* foi acompanhada por uma maior correlação entre as variações dos preços dos primários. De acordo com ele, tal circunstância parece se relacionar diretamente com a dinâmica do ciclo e também com o regime monetário internacional em vigência, pautado por uma globalização financeira que estimula a especulação e a reversão súbita das expectativas dos agentes. Em uma perspectiva histórica, o autor afirma que os períodos de guerras e/ou as fases expansionistas do ciclo são aqueles nos quais a correlação entre as variações de preços são maiores. Paralelamente, os períodos de menor correlação são caracterizados por momentos onde os preços estão seguindo uma tendência de queda ou estabilidade, vide os regimes de câmbio fixo, como Bretton Woods

---

<sup>5</sup> O regime de Bretton Woods, marcado por taxas de câmbio fixas (passíveis de alteração) e pela conversibilidade em ouro das principais moedas chegou ao fim quando, em agosto de 1971, o presidente norte-americano Richard Nixon decretou unilateralmente o fim da conversibilidade do dólar em ouro (MAZZUCHELLI, 2013).

(1944-71). Ele ainda sugere que, desde os anos 1970, há um aumento das correlações entre as cotações de petróleo e outros grupos de primários (alimentos, metais e matérias-primas) e que este movimento promoveu um descolamento da etapa do ciclo, indicando que possa haver novos fatores que influenciaram a trajetória desses preços.

Cashin e Mcdermott (2002) apontam três características gerais do comportamento de longo prazo dos preços de *commodities*. Primeiramente, os autores reforçam o argumento de que esses preços são natural e altamente variáveis, o que torna difícil distinguir se as tendências de crescimento são, de fato, estatisticamente significantes. Em segundo lugar, os movimentos de preços têm se tornado mais voláteis ao longo do tempo, tendo a duração dos ciclos de preços diminuído após Bretton Woods. Por último, as tendências de longo prazo são pouco representativas, estatisticamente, quando comparadas com a volatilidade anual dos preços, o que torna a previsão destes movimentos muito incerta, mas, ainda assim, exercício que muitos pesquisadores tentam quantificar. De modo geral, os autores (2002) evidenciam que é a variabilidade dos preços no curto prazo que se sobrepõe às tendências de longo prazo

Empiricamente, já existem muitas evidências sobre os efeitos da financeirização dos bens primários sobre a formação de preços. Malliaris e Urrutia (1998) encontraram bicausalidade entre a volatilidade dos preços e a quantidade de contratos negociada nos mercados futuros norte-americanos de milho, soja em grão, farelo e óleo de soja. Já Yang *et al.* (2005) analisaram dados de milho, soja, açúcar, trigo, algodão, boi gordo e suíno, no mercado estadunidense, observando que um aumento não esperado do volume negociado de futuros causa aumento da volatilidade dos preços à vista.

Santos (2018) testa a volatilidade dos preços de produtos agrícolas, por meio dos modelos da família ARCH, para Brasil e Estados Unidos e encontra resultados que indicam que a ação de *hedgers* e especuladores tem certo impacto sobre os mercados agrícolas, mas esse efeito seria inferior aos choques de preços e volatilidade típicos da comercialização de bens agrícolas. Silveira, Maciel e Ballini (2014) utilizaram um processo GARCH com o intuito de avaliar a influência das negociações e da volatilidade dos preços futuros sobre a volatilidade dos preços à vista nos mercados brasileiros de café arábica e de boi gordo. Os resultados apontaram que variações do volume de negociações e da variabilidade dos preços alteraram o padrão de volatilidade dos respectivos mercados *spot* (à vista).

Entre os trabalhos que analisam especificamente o perfil da volatilidade dos preços à vista, destaca-se Campos (2007), que utilizou os modelos GARCH para analisar as séries de retornos mensais da soja, do café, do milho e do boi gordo. Os resultados encontrados pelo autor indicam uma alta persistência temporal de choques positivos e negativos sobre os retornos

dos preços. Em outro trabalho, Campos *et al.* (2007) utilizam os modelos GARCH para os preços de açúcar e mamona e novamente encontra um alto coeficiente de persistência da volatilidade para estes bens, reforçando o caráter instável das *commodities* agrícolas e suas flutuações sazonais que impactam o funcionamento do mercado.

Silva, Sáfadi e Castro Júnior (2005) adotaram os modelos da classe ARCH para identificar o perfil da volatilidade dos preços à vista de café arábica e soja e encontraram fortes sinais de persistência e assimetria dos choques para os produtos. A análise dos autores ainda sugere a implementação de políticas que facilitem o acesso aos instrumentos de *hedge* em prol de neutralizar as características cíclicas e instáveis destes mercados.

Tendo isso em vista, este trabalho se volta agora para a análise da volatilidade dos preços de dois importantes produtos agrícolas da pauta de exportação do Brasil, a soja e o café arábica. Para tanto, serão aplicados modelos autorregressivos de heterocedasticidade condicional (família ARCH), explicados na seção 3, e cuja discussão dos resultados obtidos segue na seção 4.

### 3. METODOLOGIA

Nesta seção serão apresentados os modelos econométricos de heterocedasticidade condicional autorregressiva aplicados neste estudo, ARCH e GARCH. Essa modelagem é indicada para o tratamento de séries financeiras por captar de forma mais eficiente a dinâmica volátil a qual estão sujeitos os retornos de preços de ativos diversos, tais como as *commodities* analisadas neste trabalho. Também são discutidas as variáveis usadas na estimação dos modelos, bem como a fonte onde foram extraídas.

#### 3.1. Os Modelos ARCH e GARCH

Os estudos e os procedimentos de previsão de séries temporais indicam que séries financeiras apresentam valores de considerável oscilação entre um período e outro, sendo possível encontrar erros de previsão relativamente pequenos ou grandes, dependendo do período específico de análise. Essa marcada variabilidade é explicada pela dinâmica naturalmente volátil do mercado financeiro, por mudanças nas políticas econômicas dos governos e por interferência do comércio exterior na comercialização de produtos. Depreende-se disso que a variância dos erros muda de período em período, ou seja, não há autocorreção na variância dos erros de previsão e a hipótese de homocedasticidade dos modelos econométricos tradicionais não mais se sustenta (GUJARATI, 2000).

O impulso dado para a modelagem de séries financeiras foi proposto por Engle (1982), que desenvolveu um modelo autorregressivo de heterocedasticidade condicional (ARCH) para estimar a variância da inflação no Reino Unido. O modelo supõe, basicamente, que o comportamento dos erros de previsão é dependente do comportamento das perturbações da regressão. Em outras palavras, a ideia central seria que o retorno de um ativo não é correlacionado com suas observações passadas, mas sua volatilidade depende dos retornos passados por intermédio de uma função quadrática (MORETTIN; TOLOI, 2004).

Considere o modelo autorregressivo a seguir:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\varepsilon_t \sim N [0, (\mu_0 + \mu_1 \varepsilon_{t-1}^2)] \quad (3)$$

sendo  $\mu_0$  e  $\mu_1$  parâmetros explicativos da variância do termo de erro.

Bueno (2011) diz que os modelos ARCH ( $r$ ) possuem muitos parâmetros e, por isso, necessitam de uma elevada ordem para que se ajustem adequadamente. Uma generalização mais parcimoniosa foi proposta por Bollerslev (1986), que introduziu o modelo de heterocedasticidade condicional autorregressivo generalizado (GARCH), sendo, por meio deste, possível a estimação de um modelo capaz de representar o comportamento inconstante da variância de uma determinada série.

Conforme Hall *et al.* (1995), esse modelo é indicado para análises de finanças, pois supõe um agente racional que antecipa a variância de um ativo atual como função da média ponderada de uma variância média (ou constante de longo prazo), da previsão da variância feita ontem e das informações disponíveis no passado “do que foi aprendido” ontem.

Essas ideias são formalizadas por meio do modelo GARCH (1,1):

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 \quad (5)$$

A equação (4), que representa o modelo genérico, deve estar bem ajustada, garantindo que os resíduos possuam média zero e não sejam correlacionados. A variância condicional de  $\varepsilon_t$ , por sua vez, é representada pela equação (5), que evidencia como a mesma é mutável ao longo do tempo, razão pela qual se deu o desenvolvimento dos modelos da família ARCH (LAMOUNIER, 2001).

Os coeficientes de um modelo GARCH ( $\alpha + \beta$ ) somados resultam no coeficiente de persistência da volatilidade. Valores baixos (próximos de 0) para esse coeficiente revelam que um choque inicial sobre a volatilidade provocará efeitos rápidos sobre o comportamento das séries, que se dissipam velozmente e fazem com que a variância da série retorne à sua média de longo prazo. Em contrapartida, quanto maior (valores próximos de 1) o coeficiente, mais lentamente o choque inicial se dissipará, ou seja, maior será o tempo de reversão da variância à sua média histórica.

Séries econômicas e financeiras são caracterizadas por tendência, sazonalidade, heterocedasticidade condicional e não-linearidade. Os retornos ou log-retornos, obtidos através da primeira diferença logaritmizada dos preços, eliminam esses problemas relacionados à estimação. Os retornos são geralmente não auto-correlacionados e permitem uma série que retrate agrupamento de volatilidades ao longo do tempo, além de se adequarem ao padrão de estacionariedade, condição necessária para a modelagem dos modelos ARCH e GARCH. Por

isso, os dados brutos de preços utilizados por este trabalho foram transformados em retornos, como se segue abaixo:

$$R_t = \ln P_t - \ln P_{t-1} \quad (6)$$

em que  $R_t$  é o retorno diário do preço da *commodity* examinada,  $\ln P_t$  é o logaritmo natural do preço no período  $t$  e  $\ln P_{t-1}$  é o logaritmo natural do preço no período imediatamente anterior. Com os retornos diários de todas as séries obtidos, pôde-se então estimar os modelos e realizar inferências estatísticas. O *software* utilizado para esse exercício foi o EViews.

A equação adotada para geração de resultados segue o padrão abaixo:

$$R_t = \alpha_0 + \alpha_1 R_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

### 3.2. Descrição e fontes de dados

Os dados brutos utilizados neste estudo são: (i) preços futuros de primeiro vencimento de café arábica (US\$/saca de 60kg), entre 01/01/2003 e 30/12/2013, e soja (US\$/saca de 60kg), entre 28/01/2011 e 30/12/2013, divulgados pela BM&FBOVESPA e disponibilizados pela Investing.com; (ii) indicadores de preço, entre 02/01/2003 e 30/12/2013, para os mercados à vista de café arábica (US\$/saca de 60kg) e soja (US\$/saca de 60kg), calculados pelo CEPEA/USP/ESALQ<sup>6</sup>. Os valores à vista de café arábica, referem-se, portanto, aos negócios efetivados no Posto São Paulo, capital, e é acrescido do custo de frete desde a região produtora, que abrange Cerrado e Sul de Minas Gerais, Mogiana (SP), Garça (SP) e noroeste do Paraná, até o posto na cidade de São Paulo. Para a soja à vista, os valores são concernentes aos negócios no mercado de lotes (entre empresas), abrangendo o Estado do Paraná, dividido em cinco regiões: Paranaguá, Ponta Grossa, Norte, Oeste e Sudoeste.

Os períodos compreendidos para as séries à vista e futuros diferem porque foram coletados em bases de dados distintas. Em especial, a série de futuros para a soja é mais curta que as demais, pois só foram encontrados dados disponíveis para a cultura, nas bases consultadas, a partir de 2011.

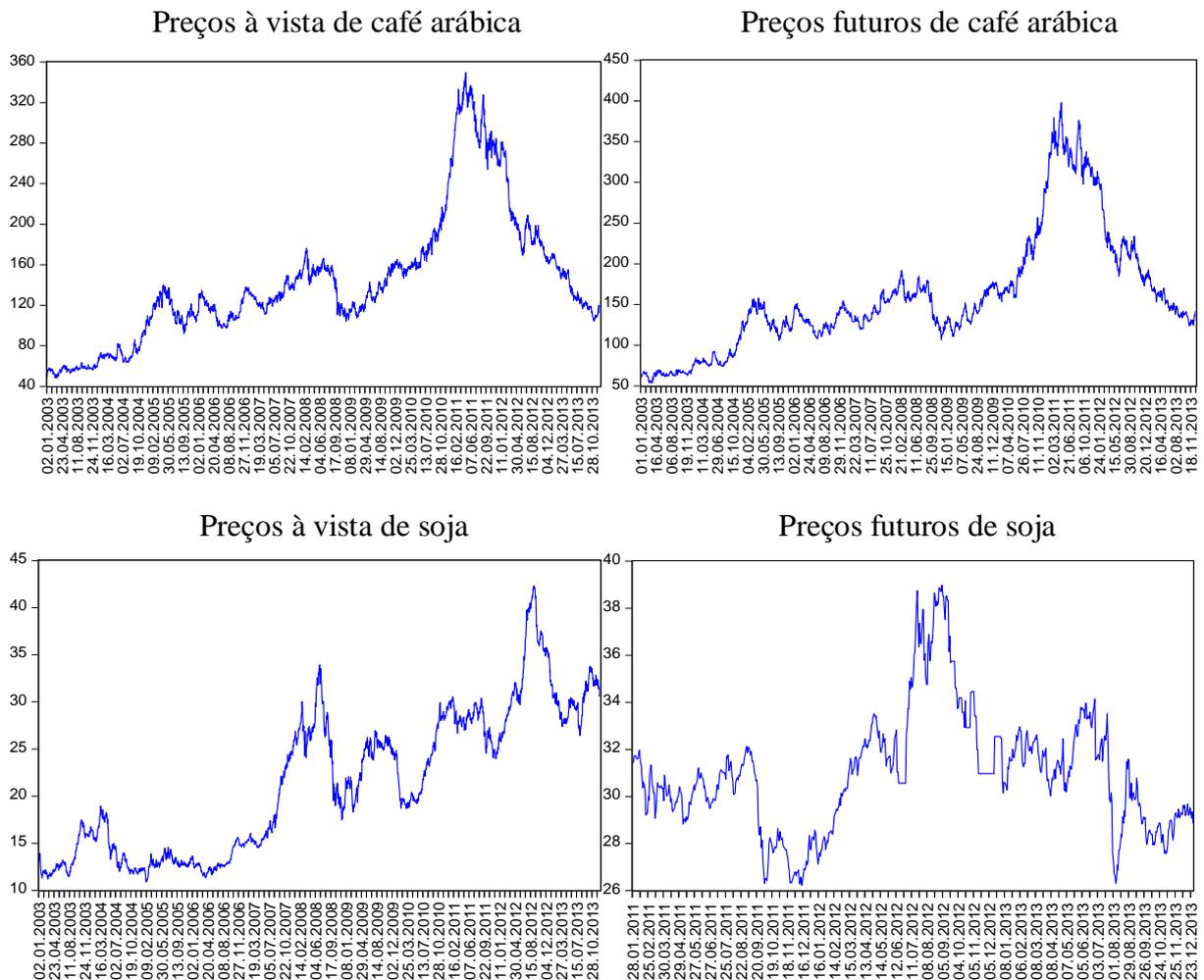
---

<sup>6</sup> Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), Universidade de São Paulo (USP).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES: VOLATILIDADE DOS RETORNOS DOS PREÇOS DA SOJA EM GRÃO E DO CAFÉ ARÁBICA BRASILEIRO

A Figura 2 mostra o comportamento em nível das séries de preços para café arábica e soja nos mercados físico (à vista) e futuro. As séries correspondentes ao café exibem uma trajetória bastante semelhante ao longo de todo o período analisado, sendo o principal diferencial entre elas o nível dos preços, que são mais altos para o mercado futuro, o que está em consonância com o que diz Assaf (2001).

**Figura 2. Séries de preços diários de café arábica à vista e futuros (2003-2013) e de soja à vista (2003-2013) e futuros (2011-2013) (US\$/saca de 60 kg)**



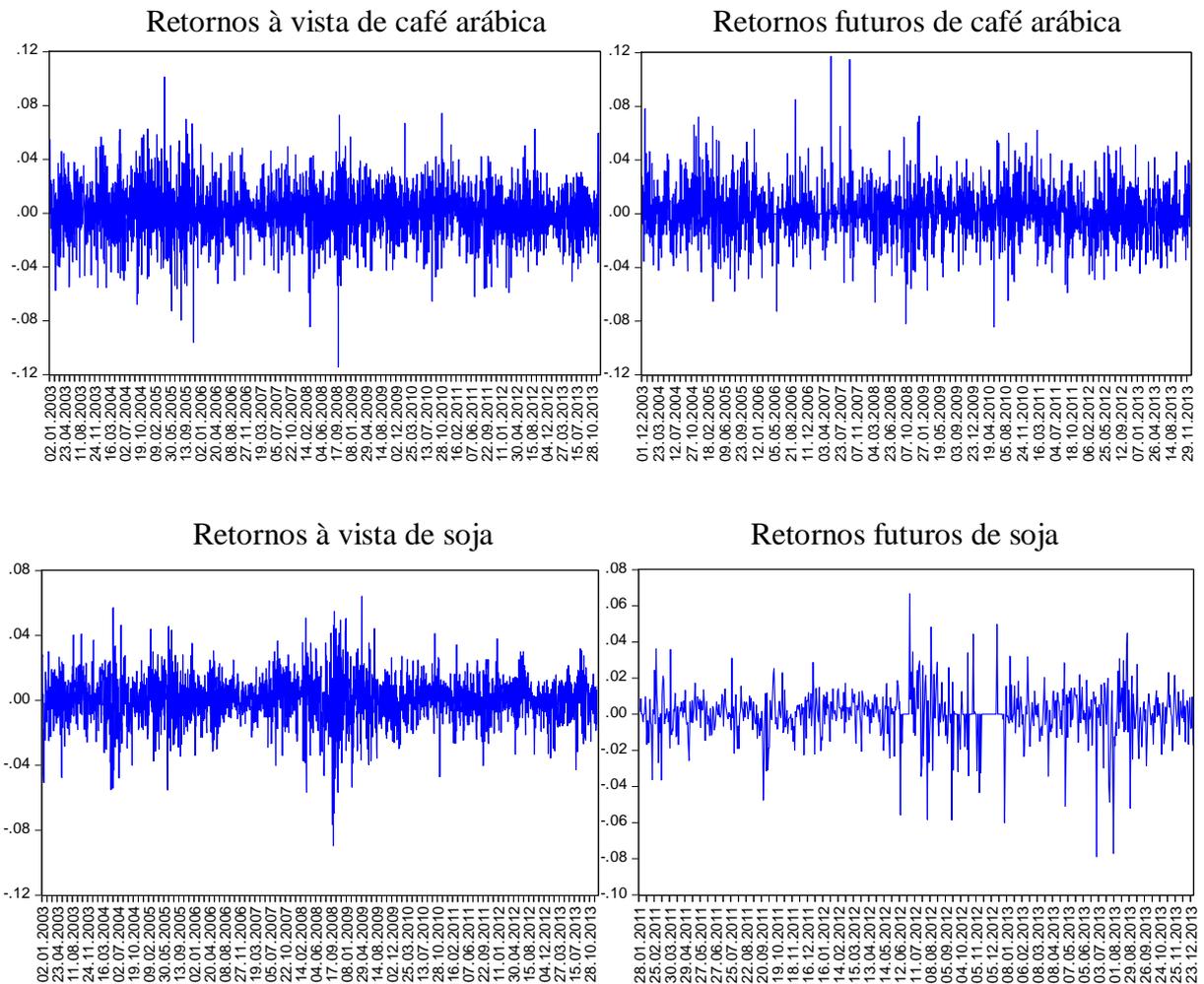
Fonte: Elaboração própria com base em dados extraídos do CEPEA/ESALQ/USP e da BM&FBOVESPA.

As séries referentes à soja se diferem principalmente por conta do tempo, já que só foi possível encontrar, nas bases consultadas, dados para o mercado futuro da leguminosa a partir de 2011. Apesar disso, quando se compara os preços futuros e à vista de 2011 em seguida, o comportamento das séries segue um padrão bastante similar.

Serrano (2013) identifica uma queda considerável nos preços para todos os grupos de *commodities* em 2009 como consequência direta da crise do *subprime* de 2008, mas em 2010 já é percebida uma recuperação significativa nesses valores. Os dados aqui presentes ratificam essas observações, sendo possível identificar uma queda já no fim de 2008 para os preços de café e soja, que atingem pontos de máximo nos anos de 2011 e 2012, respectivamente. Para Black (2015), essa dinâmica de recuperação nos preços se inicia antes da recuperação da atividade econômica mundial e, por isso, a crise de 2008 não pode ser entendida com o fim desse superciclo de valorização dos preços primários.

Deste ponto em diante, será adotado o uso dos log-retornos, como ressaltado pela equação (7). A Figura 3 ilustra o comportamento dessas séries, calculadas para os preços à vista e futuros de soja e café arábica no período em análise.

**Figura 3. Séries de retornos dos preços diários de café arábica à vista e futuros (2003-2013) e de soja à vista (2003-2013) e futuros (2011-2013).**



Fonte: Elaboração própria com base em dados extraídos do CEPEA/ESALQ/USP e da BM&FBOVESPA.

Novamente, a série de retornos da soja no mercado futuro é mais curta que as demais, visto a indisponibilidade de dados. De modo geral, as bandas mais largas para os retornos de café arábica, nos mercados à vista e futuro, parece indicar maior volatilidade em relação à soja, que têm seus dados mais concentrados em torno da média. A Tabela 1 reporta as estatísticas descritivas básicas para as séries de retornos diários de ambas as *commodities*.

**Tabela 1. Estatísticas descritivas das séries de retornos diários de café arábica à vista e futuros (2003-2013) e de soja à vista (2003-2013) e futuros (2011-2013).**

<b>Estatísticas</b>	<b>Café à vista</b>	<b>Café futuros</b>	<b>Soja à vista</b>	<b>Soja futuros</b>
Média	0.000333	0.000304	0.000314	-0.000118
Mediana	0.000530	0.000000	0.000855	0.000000
Máximo	0.101212	0.117322	0.064230	0.066765
Mínimo	-0.114396	-0.084378	-0.089655	-0.078896
Desvio padrão	0.019307	0.018248	0.013755	0.014170
Assimetria	-0.147652	0.283911	-0.389339	-0.807364
Curtose	4.786113	5.813494	5.731910	8.273980
Teste Jarque-Bera	374.4432	936.0619	921.9598	916.4692
Probabilidade (JB)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Observações	2742	2727	2742	723

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Nota-se que a média de retornos do café arábica é muito próxima nos mercados à vista e futuro, diferente do que acontece nos mercados de soja analisados. A assimetria indica a forma pela qual os dados estão distribuídos, e no caso da série de retornos futuros de café arábica, onde a média é maior que a mediana, tem-se uma assimetria à direita. Para todas as outras séries, tem-se assimetria à esquerda.

A análise da curtose indica que todas as séries avaliadas possuem um valor elevado, correspondente à distribuição leptocúrtica. O teste Jarque-Bera calcula a assimetria e curtose dos resíduos, testando a hipótese nula de que amostra foi extraída de uma distribuição normal. No caso acima, os resultados do teste indicam para todas as séries que os resíduos não apresentam distribuição normal. De modo geral, esses apontamentos indicam que as séries de retornos aqui trabalhadas apresentam indícios de heterocedasticidade condicional e agrupamento de volatilidade.

As estimativas dos coeficientes das funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parcial (FACP) para os retornos e retornos quadráticos de todas as séries analisadas são reportadas na Tabela A1, no Apêndice. As estatísticas Q (teste Ljung-Box) das séries de retornos dos mercados à vista para o café e soja possuem probabilidades próximas a zero, rejeitando a hipótese nula de que os resíduos não estão correlacionados. Assim, a análise estatística indica que essas observações estão, sim, serialmente correlacionadas e os modelos ARCH são indicados para tratar esses dados. Em contrapartida, os dados para os retornos de

soja e café nos mercados de futuros não apresentam o mesmo padrão. Resultados semelhantes para os mercados futuros são encontrados no trabalho de Santos (2018).

Em seguida, confirmou-se a estacionariedade das séries, condição básica para a adoção dos modelos da família ARCH, por meio dos testes de Phillips-Perron e Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Para todas as séries de retornos, o resultado foi de rejeição da hipótese nula de presença de raiz unitária, como registra a Tabela A2 do Apêndice.

A confirmação da heterocedasticidade condicional é obtida pelo teste ARCH, de Engle, cujos resultados são apresentados na Tabela A3 do Apêndice. Conforme os  $p$ -valores reportados, o teste fornece fortes evidências contra a hipótese nula de não haver heterocedasticidade condicional na volatilidade de ambos os modelos dos mercados físicos (à vista), porém o mesmo não acontece para os mercados futuros.

Um padrão idêntico para os retornos futuros dessas mesmas culturas é encontrado no trabalho de Lima *et al.* (2007), que indica então a adoção do modelo GARCH como solução para esse problema, visto que esse modelo, diferente do ARCH tradicional, não demandaria tantas defasagens para encontrar uma especificação adequada. Bueno (2011) reforça esse argumento ao indicar a adoção do modelo GARCH em situações onde há necessidade de uma elevada ordem de ajustamento dos modelos ARCH.

Depreende-se, dessa forma, que mesmo com esse apontamento estatístico, a literatura consultada para o desenvolvimento deste trabalho indica que as séries que lidam com retornos financeiros são categorizadas como exemplos de situações em que há a presença de heterocedasticidade condicional, sendo recomendado o tratamento dos dados por meio dos modelos da classe ARCH. Neste presente trabalho, para efeitos de comparação, foram gerados ambos os modelos, ARCH e GARCH, para as séries dos retornos dos produtos agrícolas.

Com base nos resultados do teste de Engle, ajustou-se uma gama de modelos para a média condicional de todas as séries. A escolha do modelo mais adequado à cada produto baseou-se em significância dos coeficientes e, em relação aos resíduos e aos resíduos quadrados, ausência de autocorrelação. Ademais, também foram levados em consideração os valores dos critérios de informação (Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn) na definição do modelo.

Para os retornos de café arábica à vista, o melhor modelo para a média foi um AR (2), enquanto que para a série de retornos da soja à vista o melhor modelo foi um AR (4) incompleto, ambos estimados em função de um ARCH (1) para a equação da variância. Por meio da análise dos correlogramas dos resíduos padronizados e dos quadrados dos resíduos padronizados,

concluiu-se que ambos os modelos foram especificados adequadamente. A Tabela 2 mostra os resultados das estimativas.

**Tabela 2. Estimação do Modelo ARCH (1) para as séries de retornos diários de café arábica à vista e futuros (2003-2013) e soja à vista (2003-2013) e futuros (2011-2013)**

<b>SÉRIE DE RETORNOS DE CAFÉ ARÁBICA NO MERCADO À VISTA</b>				
	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estatística Z</b>	<b>Prob.</b>
AR(1)	-0.072487	0.020912	-3.466272	0.0005
AR(2)	-0.076478	0.016129	-4.741562	0.0000
<b>Equação da Variância</b>				
C	0.000339	8.16E-06	41.56461	0.0000
RESID(-1)^2	0.08374	0.017745	4.719124	0.0000
<b>SÉRIE DE RETORNOS DE CAFÉ ARÁBICA NO MERCADO FUTURO</b>				
	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estatística Z</b>	<b>Prob.</b>
C	0.000331	0.000357	0.928998	0.3529
<b>Equação da Variância</b>				
C	0.000327	6.37E-06	51.27649	0.0000
RESID(-1)^2	0.018559	0.010701	1.734305	0.0829
<b>SÉRIE DE RETORNOS DE SOJA NO MERCADO À VISTA</b>				
	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estatística Z</b>	<b>Prob.</b>
AR(1)	0.071763	0.016591	4.325335	0.0000
AR(4)	0.057118	0.012417	4.599882	0.0000
<b>Equação da Variância</b>				
C	0.000142	3.59E-06	39.65709	0.0000
RESID(-1)^2	0.248170	0.023615	10.50912	0.0000
<b>SÉRIE DE RETORNOS DE SOJA NO MERCADO FUTURO</b>				
	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estatística Z</b>	<b>Prob.</b>
C	-9.08E-05	0.000551	-0.164903	0.8690
<b>Equação da Variância</b>				
C	0.000195	6.17E-06	31.62113	0.0000
RESID(-1)^2	0.028798	0.021855	1.317693	0.1876

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

Para as séries de retornos futuros de soja e café arábica, no entanto, a especificação dos modelos não gerou coeficientes significativos, ao nível de 5% de significância, para média ou para equação da variância. Dessa forma, seguiu-se com a estimação dos modelos GARCH para variância, que são mais parcimoniosos.

Conforme a Tabela 3, a estimação do modelo GARCH (1,1) permite captar a dinâmica volátil para as séries de retorno dos produtos analisados. Valores positivos e maiores que zero

para os parâmetros da equação da variância são condições básicas que garantem uma variância observada positiva e fracamente estacionária, o que é válido para os modelos estimados.

**Tabela 3. Estimação do Modelo GARCH (1,1) para as séries de retornos diários de café arábica à vista e futuros (2003-2013) e soja à vista (2003-2013) e futuros (2011-2013)**

<b>SÉRIE DE RETORNOS DE CAFÉ ARÁBICA NO MERCADO À VISTA</b>				
	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estatística Z</b>	<b>Prob.</b>
AR(1)	-0.079559	0.020069	-3.964317	0.0001
AR(2)	-0.062567	0.018697	-3.346331	0.0008
<b>Equação da Variância</b>				
C	8.97E-06	1.99E-06	4.510865	0.0000
RESID(-1)^2	0.049703	0.005722	8.686647	0.0000
GARCH(-1)	0.926076	0.009123	101.5127	0.0000
<b>SÉRIE DE RETORNOS DE CAFÉ ARÁBICA NO MERCADO FUTURO</b>				
	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estatística Z</b>	<b>Prob.</b>
C	0.000309	0.000354	0.872873	0.3827
<b>Equação da Variância</b>				
C	1.46E-05	5.64E-06	2.599037	0.0093
RESID(-1)^2	0.014750	0.00375	3.933431	0.0001
GARCH(-1)	0.941291	0.019991	47.08494	0.0000
<b>SÉRIE DE RETORNOS DE SOJA NO MERCADO À VISTA</b>				
	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estatística Z</b>	<b>Prob.</b>
AR(1)	0.104830	0.019675	5.32811	0.0000
AR(4)	0.058024	0.019190	3.02361	0.0025
<b>Equação da Variância</b>				
C	3.16E-06	6.39E-07	4.943032	0.0000
RESID(-1)^2	0.071645	0.007475	9.584956	0.0000
GARCH(-1)	0.911013	0.008643	105.3990	0.0000
<b>SÉRIE DE RETORNOS DE SOJA NO MERCADO FUTURO</b>				
	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estatística Z</b>	<b>Prob.</b>
C	-7.52E-05	0.000476	-0.158125	0.8744
<b>Equação da Variância</b>				
C	6.36E-06	1.34E-06	4.732882	0.0000
RESID(-1)^2	0.041631	0.007203	5.779341	0.0000
GARCH(-1)	0.928153	0.010418	89.08915	0.0000

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

O parâmetro “RESID(-1)^2”, que representa o efeito ARCH, indica a reação da volatilidade, enquanto o parâmetro “GARCH(-1)” é definido como o coeficiente de persistência da volatilidade ou risco da série de retorno. A significância desse último assinala que a

especificação do modelo GARCH (1,1) é superior ao ARCH (1) em prever os valores futuros em períodos de alta volatilidade.

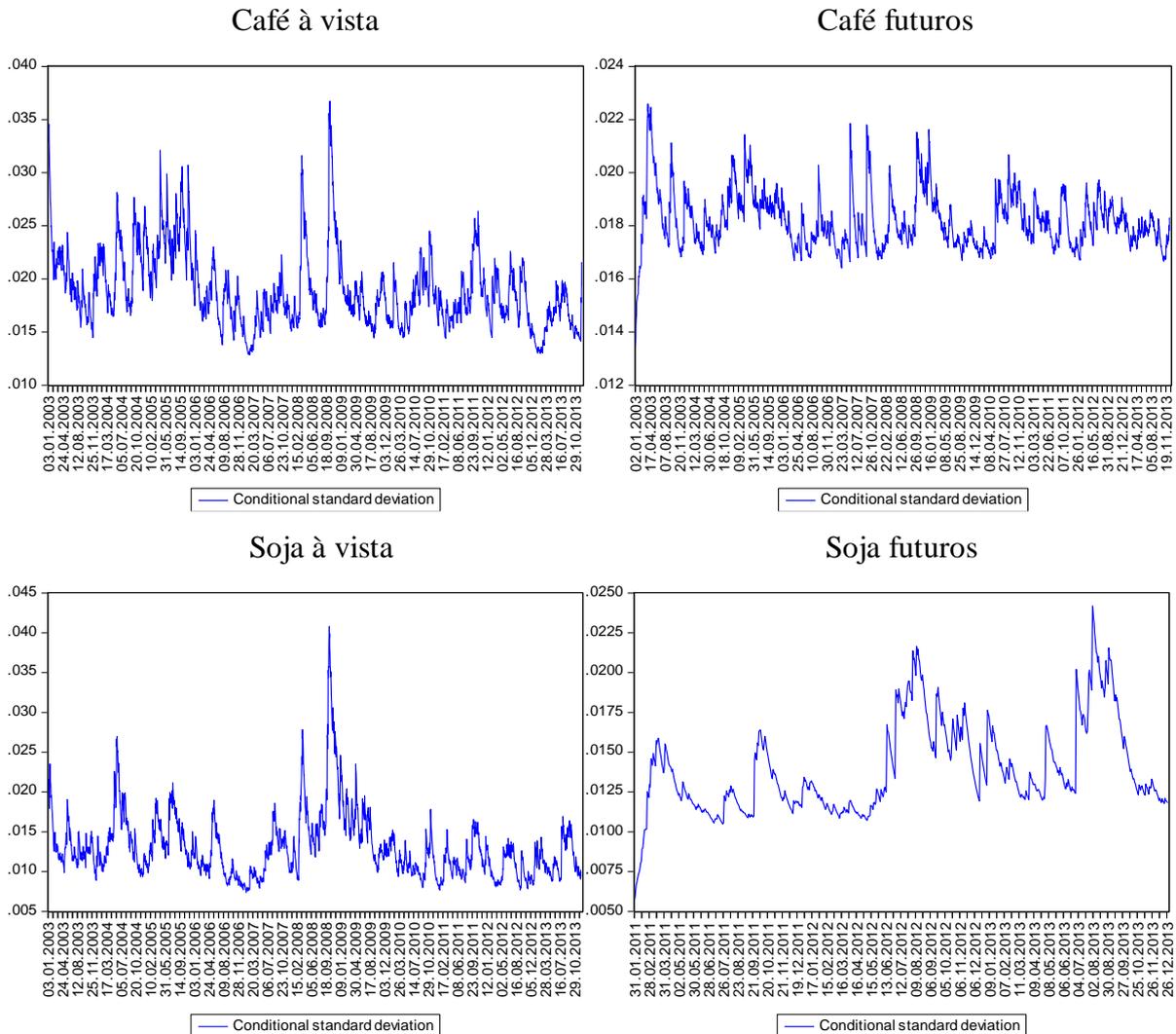
A soma dos parâmetros ARCH e GARCH na equação da variância indica a persistência de choques sobre a volatilidade dos retornos, sendo imprescindível que os resultados sejam positivos. Em outras palavras, esse somatório indica o quão persistente é o efeito de um distúrbio na variância dos retornos e é importante para entender a instabilidade dos retornos de preços dos produtos agrícolas. Em ordem decrescente, os mercados com maiores somatórios são: soja futuro (0.983), café à vista (0.976), soja à vista (0.970) e café futuro (0.956).

De modo geral, os resultados revelam coeficientes notavelmente altos (próximos de 1) para todos os retornos analisados, resultado semelhante a algumas evidências na literatura. Em um estudo desenvolvido por Campos (2007), verificou-se somatório para os coeficientes do modelo GARCH (1,1) igual a 0.962 e 0.903 para café e soja, respectivamente. Silva, Sáfadi e Castro Júnior (2005), também utilizando um modelo GARCH (1,1), encontraram coeficientes correspondentes a 0.96 para a soja e 0.88 para o café. Ambos os trabalhos adotaram um modelo GARCH (1,1) e se resumem aos mercados à vista. Para o mercado futuro, Santos (2018) encontra um valor de 0.975 para o coeficiente de persistência do café arábica, por meio da estimação de um modelo de heterocedasticidade condicional autorregressivo generalizado com limiar, TAR(1,1).

Uma ressalva deve ser feita em relação aos retornos da soja nos mercados futuros, posto que os dados só compreendem o período entre 2011 e 2013. É compreensível pensar que esse somatório indicaria um valor mais alto que os demais, tendo em vista que 2012 é o ano no qual são registrados os maiores preços para a leguminosa. Contudo, mesmo que esse indicador possa estar inflado, sua diferença em relação às outras séries de retornos não é tão discrepante.

Essa proximidade entre os coeficientes de todos os retornos analisados não permite afirmar que exista um padrão de persistência dos choques muito distinto entre os retornos futuros e à vista, o que é corroborado pela Figura (4), que expõe o comportamento do desvio-padrão condicional para cada uma das séries de retornos dos produtos no período examinado.

**Figura 4. Desvio-Padrão Condicional obtido da modelagem GARCH para as séries de retornos dos preços diários de café arábica à vista e futuros (2003-2013) e de soja à vista (2003-2013) e futuros (2011-2013)**



Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

A análise gráfica revela, assim como a análise dos coeficientes de persistência, um padrão bem similar entre as séries dos produtos à vista, destacando dois picos de volatilidade em 2008, provavelmente decorrentes da crise do *subprime*, que gerou maior instabilidade no mercado mundial. De acordo com Carneiro (2012), essa similaridade revela uma maior correlação entre a variação dos preços de diferentes bens primários, algo também observado durante os ciclos altistas do passado e nos períodos de guerra. Para o ciclo dos anos 2000, esse fenômeno está associado ao regime monetário internacional, que estimula a especulação e a reversão súbita das expectativas dos agentes.

Outro ponto de destaque nos gráficos é que parece haver dois momentos distintos em termos de volatilidade, um pré-crise e um pós-crise, para ambas as séries à vista e para café futuros. A volatilidade parece muito mais acentuada no período pré-crise, diminuindo após o choque de 2008, contrário ao que sinalizavam Bredow *et al.* (2016) e Valliante (2013). Esses trabalhos, no entanto, analisam o comportamento das *commodities* enquanto grandes grupos (agrícolas, combustíveis e metais), diferentemente do que se propõe o presente trabalho, de enfoque em produtos individuais, o que pode explicar a diferença nos resultados. A análise gráfica da série de soja futuros parece revelar um perfil de maior persistência dos choques, mas os dados não podem ser comparados com as outras séries por abordarem um período significativamente menor.

Em suma, essa proximidade poderia fundamentar as teorias que indicam alguma correlação entre a volatilidade dos dados à vista e futuros. Nessa perspectiva, é razoável pensar que o alto coeficiente de persistência para os mercados futuros está associado com o aumento, nos anos 2002, do fluxo de investidores interessado em derivativos, que, de acordo com Carneiro (2012), são responsáveis pela formação de uma bolha especulativa no mercado futuro. Para o autor, esse movimento afetaria, em princípio, os preços futuros e, na sequência, os preços à vista. A alta dos preços à vista teria, novamente, um impacto sobre os preços futuros, em um ciclo retroalimentado que geraria a volatilidade de ambos os mercados. Para Prates (2007), a liquidez propiciada pelas políticas monetárias expansionistas das economias desenvolvidas combinada à desregulamentação e inovações no ambiente financeiro criou um ambiente favorável para que o processo de financeirização ganhasse força.

As *commodities* discutidas neste trabalho, café arábica e soja, estão entre os bens agrícolas de maior produção de valor na pauta exportadora brasileira e ambas apresentaram uma elevada persistência da volatilidade. Assim, um distúrbio ou choque que gere declínio ou aumento dos preços pode resultar em muitos períodos de grave instabilidade ou volatilidade, levando um tempo considerável até que os valores retornem à sua média histórica

Assim, as evidências empíricas deste trabalho reforçam a ideia de que um país especializado na produção primária deve estar protegido das consequências que a extrema variabilidade desses preços-chave exerce sobre a economia nacional. As interpretações sobre esse fenômeno indicam que a volatilidade pode gerar perdas consideráveis para o setor agrícola (CAMPOS, 2007), afetar direta e indiretamente os canais de crescimento (BLACK, 2015) e refrear o aumento do PIB por meio da adoção de uma política fiscal pró-cíclica, na ausência de medidas compensatórias (SINNOTT *et al.*, 2010). Muitas dessas abordagens resgatam as problemáticas propostas por Prebisch (1986) e Furtado (1959) sobre a dependência externa

estrutural e enfatizam que parte significativa do crescimento, nos anos 2000, derivou diretamente da dinâmica cíclica dos preços das *commodities* exportadas.

Uma visão otimista do tema é sintetizada por Bredow *et al.* (2016) ao indicar que, apesar das vulnerabilidades financeiras típicas do comportamento cíclico dos preços das *commodities*, países especializados nesses bens podem se aproveitar das fases altistas para reduzir as restrições externas e potencializar as capacidades dessas rendas extraordinárias como motor do desenvolvimento. O trabalho sugere um plano fiscal de ajuste dos gastos públicos a flutuações de renda típicas da volatilidade dos preços dos bens primários e criação de um fundo de estabilização com objetivos de preservar as capacidades de crescimento e diversificar a estrutura produtiva.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura econômica que discute os padrões de comércio e a inserção externa como motores do crescimento e desenvolvimento ainda diverge sobre os pesos atribuídos aos benefícios e custos da especialização produtiva em *commodities*. Essas questões voltaram à tona a partir da alta de preços iniciada em 2002/2003, que intensificou o peso dos bens primários para a pauta exportadora brasileira e coincidiu com um período de crescimento econômico das economias primário-exportadoras. Diante disso, o presente trabalho buscou investigar os fundamentos que impulsionaram esse ciclo altista e como se comportaram soja e café arábica, itens representativos desse fenômeno para as exportações nacionais. Para tal, realizou-se uma discussão teórica acerca das causas e efeitos do *boom* exportador e, na sequência, uma análise, a partir de modelos econométricos de volatilidade condicional, sobre a variabilidade dos retornos dos preços das duas *commodities*, buscando captar sua magnitude e a persistência de choques em tais mercados.

Da análise teórica, depreende-se que os preços dos bens primários tenderiam a uma volatilidade intrínseca e estariam sujeitos aos movimentos cíclicos de aumento e queda de preços. No início dos anos 2000, porém, teve início um movimento de sistemática valorização nominal e relativa dos preços desses bens, um superciclo de longa duração e ampla abrangência de produtos, que teve sua dinâmica mudada em razão de dois fatores cruciais. De um lado, a interação entre centro desenvolvido e periferia primário-exportadora – destacada pela teoria do (sub)desenvolvimento da CEPAL – teve um peso menor em comparação com o crescimento da demanda chinesa, que dinamizou a relações entre países em desenvolvimento, contribuindo para o aumento de preços de uma forma diferente do que estipulavam os autores cepalinos na configuração centro-desenvolvido e periferia-primário-exportadora. Ademais, as inovações no sistema financeiro adicionaram um componente especulativo à performance dos preços dos bens primários, sendo destacado na literatura consultada uma possível relação com o aumento da volatilidade dos preços, geralmente associado à hipótese de financeirização.

Assim sendo, foram estimados modelos de heterocedasticidade condicional autorregressiva, ARCH e GARCH, em prol de compreender a magnitude dessa maior variabilidade sobre os retornos dos preços da soja e do café arábica, produtos agrícolas que sintetizam parte significativa do valor total das exportações brasileiras durante o ciclo expansionista. Os resultados apontam para coeficientes substancialmente altos (próximos de 1) da persistência da volatilidade dos retornos, indicando que um choque nos preços deve gerar uma perturbação prolongada, lentamente eliminada. Esse efeito implica em um perfil instável

dos retornos dos preços e tem encadeamentos sobre a produção agrícola nacional, suscetível ao comportamento cíclico intrínseco à produção e comercialização desses bens.

De modo geral, os altos coeficientes de persistência da volatilidade confirmam a hipótese de que o *boom* exportador concentrou intensa volatilidade para os preços dos bens agrícolas. As evidências empíricas alertam que a especialização das exportações em *commodities* pode gerar vultuosas perdas para a economia nacional, em termos de lucratividade e geração de empregos, e comprometer o saldo comercial e a geração de divisas internacionais, caso não haja medidas compensatórias que considerem a vulnerabilidade externa como parte constituinte do comércio realizado pelo país.

O conhecimento do padrão de flutuação cíclica e variabilidade desses preços é de extrema importância para a formulação e implementação de políticas estabilizadoras dos preços agrícolas. Uma possível resposta para lidar com essas características do mercado de bens agrícolas poderia vir da utilização de instrumentos de comercialização, como contratos de opção de venda e do programa de escoamento da produção (PEP), que poderiam atuar na sustentação dos preços agrícolas. Outra alternativa seria o uso do mercado futuros, por meio de operações de *hedge* realizadas por produtores que tenham como objetivo a minimização do risco e da flutuação dos preços.

De modo geral, as contribuições deste trabalho estão em alinhar a análise da volatilidade de bens agrícolas especificamente ao movimento altista de preços dos anos 2000 e tentar compreender esses fenômenos a partir de uma análise que considerou não só o mercado à vista, mas também os mercados futuros, que ganharam importância graças às possibilidades inovativas que surgiram para as *commodities*.

Empiricamente, este trabalho se limitou à análise dos modelos ARCH e GARCH, mas sugere-se que trabalhos futuros possam adotar o método TARARCH, cuja estimação permite avaliar se há efeitos diferenciados entre choques positivos e negativos sobre os retornos dos preços. Também se indica uma investigação que inclua a Causalidade-Granger para melhor compreender a relação entre preços futuros e à vista. Além disso, é necessário que se pondere as reflexões teóricas sobre a deterioração dos termos de troca e flutuação cíclica dos preços primários, reinterpretando a noção de centro-periferia para uma abordagem contemporânea que tenha em vista a introdução de novos *players* no comércio mundial, como foi a ascensão da economia chinesa, que dinamizou o comércio entre países em desenvolvimento. Cabe também entender se o superciclo de aumento dos preços encerrou sua trajetória ou se há evidências que mostrem uma sustentabilidade dos preços de *commodities* no longo prazo.

## REFERÊNCIAS

- ASSAF, A. *Mercado Financeiro*. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
- BAFFES, J.; HANIOTIS, T. *Placing the 2006/08 commodities price boom into perspective*. Washington, D.C., World Bank, 2010. (Policy Research Working Paper, n. 5372). Disponível em: <<http://elibrary.worldbank.org/doi/pdf/10.1596/1813-9450-5371>>. Acesso em: 20 fev. 2019.
- BARBOSA, A. F. China e América Latina na nova divisão internacional do trabalho. In: LEÃO, R. P. F.; PINTO, E. C.; ACIOLY, L. (Orgs.). *A China na nova configuração global: impactos políticos e econômicos*. Brasília: IPEA, 2011.
- BASTOS, P. P. Z. Centro e periferia no padrão ouro libra: Celso Furtado subestimou a dinâmica da dependência financeira? *Revista EconomiA*, Brasília, v. 8, n. 4, p. 169-197, dez. 2007.
- BESSADA, O. *O Mercado de Derivativos Financeiros*. 2. ed. Rio de Janeiro: Record, 2003.
- BLACK, C. Eventos relacionados ao superciclo de preços das commodities no século XXI. *Indicadores Econômicos FEE*, Porto Alegre, v. 40, n. 2, p. 67-78, 2013.
- BLACK, C. Preços de commodities, termos de troca e crescimento econômico brasileiro nos anos 2000. *Indicadores Econômicos FEE*, Porto Alegre, v. 42, n. 3, p. 27-44, 2015.
- BLANCHARD, O. *Macroeconomia*. Tradução Luciana do Amaral Teixeira. 5ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- BLOCH, D. H.; SAPSFORD, D. Whither the terms of trade? An elaboration of the Prebisch-Singer hypothesis. *Cambridge Journal of Economics*, v. 24, n. 4, p. 461-481, 2000.
- BOLLERSLEV, T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, v. 31, n. 3, p. 307-327, 1986.
- BREDOW, S. M. S.; LÉLIS, M. T. C.; CUNHA, A. M. O ciclo de alta nos preços das commodities e a economia brasileira: uma análise dos mecanismos externos de transmissão entre 2002 e 2014. *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 25, n. 3, p. 695-731, 2016.
- BUENO, R. L. S. *Econometria de Séries Temporais*. 2. ed. Cengage Learning, 2011.
- CAMPOS, K. C. Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no Brasil. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 5, n. 3, p. 303-328, 2007.
- CAMPOS, K. C.; PIACENTI, C. A.; SILVA JÚNIOR, A. G. Agroenergia: A questão da volatilidade de preços e o efeito alavancagem dos produtos agrícolas. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, DF, ano XVI – nº 3, p. 34-48, jul./set. 2007.
- CARNEIRO, R. M. *Commodities, Choques Externos e Crescimento: Reflexões Sobre a América Latina*. CEPAL, 2012. (Serie Macroeconomía del desarrollo, n. 117).
- CARVALHO, F. C. et al. *Economia monetária e financeira: teoria e política*. Rio de Janeiro: Campus, 2012.

CASHIN, P.; MCDERMOTT, J. The Long-run Behaviour of Commodity Prices: Small Trends and Big Variability. *IMF Staff Papers*, v. 49, n. 2, p. 175-199, 2002.

CHESNAIS, F. Introdução geral. In: CHESNAIS, F. (Org.). *A mundialização financeira: gênese, custos e riscos*. São Paulo: Xamã, 1999, p. 11-33.

CUNHA, A. M. O boom chinês e as economias latino-americanas. *Indicadores Econômicos FEE*, Porto Alegre, v. 35, n. 2, p. 97-112, out. 2007.

DA SILVA, V. A.; GOMES, M. F. M.; MATTOS, L. B. Análise do processo de financeirização no mercado futuro brasileiro de boi gordo. *Revista de Economia Mackenzie*, v. 11, n. 1, 2013.

ENGLE, R. F. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, v. 50, n. 4, p. 987–1007, July 1982.

FURTADO, C. *Formação Econômica do Brasil*. São Paulo: Cia. Ed. Nacional, 1959.

GHOSH, J.; HEINTZ, J.; POLLIN, R. Speculation on commodities futures markets and destabilization of global food prices: Exploring the connections. *International Journal of Health Sciences*, v. 42, n. 3, p. 465–483, 2012.

GRUSS, B. *After the boom-commodity prices and economic growth in Latin America and the Caribbean*. IMF, 2014. (IMF Working Papers, n. 154).

GUJARATI, D. N. *Econometria básica*. São Paulo: Makron Books, 2000.

HALL, R. E. et al. *QMS: eviews 2.0 – user’s guide*. Irvine, California: 1995.

IMF. *World Economic Outlook*. Washington D.C., International Monetary Fund, Apr. 2004.

IMF. *World Economic Outlook*. Washington D.C., International Monetary Fund Apr. 2006.

IZERROUGENE, B.; COSTA-MATA, H. Dólar, petróleo e novas práticas do comércio internacional. *Economía, Sociedad y Territorio*, Toluca, v. 21, n. 37, p. 707-728, 2011.

JENKINS, R. El efecto China en los precios de los productos básicos y en el valor de las exportaciones de América Latina. *Revista de La CEPAL*, n. 103, abr. 2011.

KALTENBRUNNER, A.; PAINCEIRA, J. P. Developing countries’ changing nature of financial integration and new forms of external vulnerability: the Brazilian experience, *Cambridge Journal of Economics*, Oxford, v. 39, n. 5, p. 1281-1306, 2014.

LAMOUNIER, W. M. *Comportamento dos preços no mercado “spot” de café do Brasil: análise nos domínios do tempo e da frequência*. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

LIMA, R. C.; GÓIS, M. R.; ULISES, C. Previsão de preços futuros de commodities agrícolas com diferenciações inteira e fracionária, e erros heteroscedásticos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 45, n. 3, p. 621-644, 2007.

- MALLIARIS, A. G.; URRUTIA, J. L. Volume and price relationships: hypotheses and testing for agricultural futures. *The Journal of Futures Markets*, v. 18, n. 1, p. 53-72, 1998.
- MARQUES, P. V.; MELLO, P. C.; MARTINES, J. *Mercados Futuros e de Opções Agropecuárias*. Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP, Piracicaba, 2006.
- MAZZUCHELLI, F. *Os dias de sol: a trajetória do capitalismo no pós-guerra*. Campinas: FACAMP, 2013.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. *Análise de séries temporais*. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.
- OCAMPO, J. A.; PARRA, M. A. Los Términos de Intercambio de Los Productos Básicos en el Siglo XX. *Revista de la CEPAL*, n. 79, p. 7-35, abr. 2003.
- PESSÔA, S. A. Perspectivas de Crescimento no Longo Prazo para o Brasil: Questões em Aberto. *Ensaio Econômico da EPGA*, n. 609, FGV, 2006.
- PRATES, D. M. A alta recente dos preços das commodities. *Revista de Economia Política*, v. 27, n. 3, p. 323-344, 2007.
- PRATES, D. M.; MARÇAL, E. F. O Papel do Ciclo de Preços das Commodities no Desempenho Recente das Exportações Brasileiras. *Revista Análise Econômica*, Porto Alegre, v. 26, n. 49, p. 163-191, mar. 2008.
- PREBISCH, R. El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas. *Desarrollo Económico*, v. 26, n. 103, p. 479-502, oct.-dic. 1986.
- SANTOS, V. F. *Impacto de hedge e especulação sobre a volatilidade dos mercados de commodities agrícolas: um estudo empírico para os EUA e Brasil*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.
- SERRANO, F. A mudança na tendência dos preços das commodities nos anos 2000: aspectos estruturais. *Revista Oikos*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 168-198, 2013.
- SILVA, J. C. A. L. *Revisão Empírica da Tese de Prebisch-Singer no Período Pós-Bretton Woods*. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- SILVA, W. S.; SÁFADI, T.; CASTRO JÚNIOR, L. G. Uma análise empírica da volatilidade do retorno de commodities agrícolas utilizando modelos ARCH: os casos do café e da soja. *Revista Economia e Sociologia Rural*, v.43, n. 1, p. 119-134, jan./mar. 2005.
- SILVEIRA, R. L. F.; MACIEL, L.; BALLINI, R. Derivativos sobre commodities influenciam a volatilidade dos preços à vista? Uma análise nos mercados de boi gordo e café arábica no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 52, n. 3, p. 417-436, 2014.
- SINNOTT, E.; NASH, J.; DE LA TORRE, A. *Natural resources in Latin America and the Caribbean: beyond booms and busts?* Washington, D.C.: World Bank, 2010.

SOUZA, T. A.; VERÍSSIMO, M. P. O papel das commodities para o desempenho exportador brasileiro. *Indicadores Econômicos FEE*, v. 40, n. 2, p. 79-94, 2013.

UNCTAD. *World Investment Report 2013: Global Value Chains, Investment and Trade for Development*. New York and Geneva, United Nations, 2013.

VALLIANTE, D. *Price Formation in Commodities Markets: Financial and Beyond*. [S.l.], 2013.

WORLD BANK. *Global economic prospects 2009: commodities at the crossroads*. Washington, D.C., World Bank, 2009.

YANG, J.; BALYEAT, R. B.; LEATHAM, D. J. Futures trading activity and commodity cash price volatility. *Journal of Business Finance & Accounting*, v. 32, n. 1-2, p. 297-323, 2005.

## APÊNDICE

**Tabela A1. Estimativas dos coeficientes das funções FAC e FACP para as séries de retornos de café arábica (2003-2013) e de soja à vista (2003-2013) e futuros (2011-2013)**

Retornos – Café arábica à vista					Retornos quadráticos – Café arábica à vista				
k	FAC	FACP	Q-Stat	Prob	k	FAC	FACP	Q-Stat	Prob
1	-0.058	-0.058	9.2339	0.002	1	0.060	0.060	9.999	0.002
2	-0.074	-0.078	24.422	0.000	2	0.107	0.104	41.480	0.000
3	0.023	0.014	25.896	0.000	3	0.051	0.039	48.498	0.000
4	-0.008	-0.012	26.078	0.000	4	0.098	0.083	74.744	0.000
5	-0.007	-0.006	26.229	0.000	5	0.104	0.088	104.310	0.000
Retornos – Café arábica futuros					Retornos quadráticos – Café arábica futuros				
k	FAC	FACP	Q-Stat	Prob	k	AC	FACP	Q-Stat	Prob
1	-0.009	-0.009	0.2258	0.635	1	0.014	0.014	0.5660	0.452
2	0.01	0.010	0.4825	0.786	2	0.008	0.008	0.7622	0.683
3	0.024	0.024	2.0738	0.557	3	0.022	0.021	2.0526	0.562
4	-0.015	-0.014	2.6717	0.614	4	0.013	0.012	2.5213	0.641
5	0.032	0.031	5.4261	0.366	5	0.000	-0.001	2.5213	0.773
Retornos – Soja à vista					Retornos quadráticos – Soja à vista				
k	FAC	FACP	Q-Stat	Prob	k	FAC	FACP	Q-Stat	Prob
1	0.097	0.097	25.782	0.000	1	0.191	0.191	99.884	0.000
2	0.007	-0.002	25.924	0.000	2	0.22	0.19	232.44	0.000
3	0.03	0.03	28.388	0.000	3	0.191	0.13	332.88	0.000
4	0.051	0.045	35.427	0.000	4	0.212	0.137	456.21	0.000
5	0.007	-0.002	35.573	0.000	5	0.251	0.165	628.78	0.000
Retornos – Soja futuros					Retornos quadráticos – Soja futuros				
k	FAC	FACP	Q-Stat	Prob	k	FAC	FACP	Q-Stat	Prob
1	0.033	0.033	0.7986	0.372	1	0.013	0.013	0.1237	0.725
2	0.014	0.013	0.9470	0.623	2	0.051	0.051	2.0314	0.362
3	-0.004	-0.005	0.9581	0.811	3	-0.015	-0.017	2.1993	0.532
4	0.024	0.024	1.3861	0.847	4	0.042	0.040	3.5129	0.476
5	-0.029	-0.029	1.9836	0.851	5	0.097	0.098	10.338	0.066

k = defasagens; FAC = coeficientes de autocorrelação; FACP = coeficientes de autocorrelação parcial; Q-Stat = teste de significância das autocorrelações; Prob = probabilidade do teste de significância.

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

**Tabela A2. Teste de estacionariedade para as séries de retornos de café arábica à vista e futuros (2003-2013) e soja à vista (2003-2013) e futuros (2011-2013)**

Séries de retornos	Estatística t Dickey-Fuller	Prob. Dickey-Fuller	Estatística t Phillips-Perron	Prob. Phillips-Perron
Café à vista	-41.24751	0.0000	-55.73038	0.0001
Soja à vista	-47.51494	0.0001	-48.27403	0.0001
Café futuros	-52.66339	0.0001	-52.73476	0.0001
Soja futuros	-25.92946	0.0000	-25.93373	0.0000

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.

**Tabela A3. Teste ARCH das séries de retornos do café arábica à vista e futuros (2003-2013) e soja à vista (2003-2013) e futuros (2011-2013)**

<b>Café arábica à vista</b> Resíduos / AR (1), AR (2)		<b>Café arábica futuros</b> Resíduos	
Defasagens	Prob.	Defasagens	Prob.
1	0.000	1	0.435
5	0.000	5	0.787
10	0.000	10	0.129
15	0.000	15	0.248
<b>Soja à vista</b> Resíduos / AR(1), AR(4)		<b>Soja futuros</b> Resíduos	
Defasagens	Prob.	Defasagens	Prob.
1	0.000	1	0.779
5	0.000	5	0.071
10	0.000	10	0.105
15	0.000	15	0.145

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados da pesquisa.