

Área Temática 6 FIN Finanças

**MODELO DE ANÁLISE DE RISCOS E O USO DO MERCADO DERIVATIVOS
AGRÍCOLAS: Uma revisão conceitual**

Resumo: Esta revisão integrativa tem como objetivo construir diretrizes conceituais a respeito da gestão de riscos através do mercado de derivativos agrícolas. A busca por literatura sobre os modelos de análise de gestão de riscos de derivativos agrícolas iniciou-se listando o maior número possível de palavras-chave relacionadas à temática no idioma inglês, nas bases de dados da Web of Science – WOS e da Scopus. Quarenta e duas publicações foram encontradas atendendo os critérios pré-estabelecidos que serviram de base para essa pesquisa. Com base na revisão da literatura foi possível elencar as principais informações sobre a temática e ainda propor um modelo teórico de análise de riscos de mercado derivativos agrícolas, apresentando uma sequência lógica a ser praticada para implementar a gestão de riscos usando os derivativos agrícolas. Conclui-se que as estratégias com o mercado futuro e de opções mesmo sendo as mais eficientes para a gestão de riscos carecem de incentivos para tornar-se prática.

Palavras-chave: Riscos de Mercado. Mercado a Termo. Mercado Futuro. Mercado de Opções. *Hedge*

Abstract: This integrative review aims to build conceptual guidelines regarding risk management through the agricultural derivatives market. The search for literature on the models of risk management analysis of agricultural derivatives began by listing the largest possible number of keywords related to the topic in the English language, in the databases of Web of Science - WOS and Scopus. Forty-two publications were found meeting the pre-established criteria that served as the basis for this research. Based on the literature review, it was possible to list the main information on the subject and also propose a theoretical model of analysis of agricultural derivatives market risks, presenting a logical sequence to be practiced to implement risk management using agricultural derivatives. It is concluded that strategies with the futures and options market, even though they are the most efficient for risk management, lack incentives to become practical.

Keywords: Market risks. Forward Market. Future Market. Options Market. Hedge

INTRODUÇÃO

A ideia de risco está associada a um evento que implica em alguma perda ou dano e que pode ocorrer com alguma probabilidade. Implica a existência de alguma incerteza, mas, diferentemente deste último, o termo "risco" enfatiza a perda ou parte negativa da incerteza. Às vezes, esses dois termos são usados como diferenciados: risco implica o conhecimento de algumas probabilidades associadas a um evento incerto, enquanto a incerteza é aplicada a situações nas quais as probabilidades não são conhecidas (ANTÓN et al. 2013).

A produção agrícola apresenta características particulares, se comparada a outras atividades da economia. Uma das mais marcantes é a extensão e a natureza dos riscos aos quais está exposta, visto que contempla processos biológicos sujeitos a intempéries, pragas e doenças. Além disso, a atividade primária também está sujeita aos riscos inerentes aos demais setores, como flutuações de preço, instabilidade política e dificuldade de acesso ao crédito (FINGER, WAQUIL, 2013).

Diferentemente de outros, o setor agropecuário é conhecido por apresentar variações constantes nos preços dos produtos, devido a fatores exógenos, relacionados a produção, previsões do clima, câmbio, consumo interno e disponibilidade de bens relacionados, havendo necessidade de meios de proteção contra estas variações (CALEGARI, BAIGORRI e FREIRE, 2012).

Por outro lado, o grande problema do setor atualmente diz respeito ao processo gestão das propriedades, à incapacidade gerencial dessas empresas, fragilidade organizacional, e a presença de práticas e costumes muito arraigados. Alguns autores detectaram que muitas vezes as decisões são tomadas fundamentadas no sentimento e sem planejamento, ou seja, improvisadamente.

A maneira como os produtores financiam a compra de insumos para produção é outro fator que gera custos e incertezas extras. As empresas de insumos, por meio de operações de troca, vendem insumos em troca de produção futura, com a ajuda de um contrato de futuros, um mecanismo interessante de financiamento à produção.

Em relação ao mercado, os derivativos agrícolas ajudam os produtores a gerenciar seus negócios, tornando-os mais seguros. Obviamente, a adoção da gestão de riscos para as empresas é essencial, estejam elas ligadas à produção agrícola, comércio, indústria, distribuição, instituições financeiras ou do agronegócio.

Também é digno de nota que o gerenciamento de propriedades rurais é essencial para a continuidade dos negócios, e a adoção do gerenciamento de riscos é vital para a lucratividade e o sucesso dos projetos.

É notório que a agricultura sempre foi exposta a um amplo espectro de riscos. Preços agrícolas e de insumos mais voláteis, mudanças climáticas, discussões em andamento sobre o futuro das políticas agrícolas, dificuldade crescente em encontrar trabalhadores agrícolas qualificados e críticas crescentes à agricultura intensiva moderna por parte do público em geral e da mídia de massa são apenas alguns dos riscos que os agricultores precisam enfrentar. Portanto, o gerenciamento de riscos tornou-se altamente relevante na agricultura, e compreender de maneira interligada os tipos de riscos e seus gerenciamentos torna-se fundamental.

Nesse contexto, este artigo tem como finalidade construir diretrizes conceituais a respeito da gestão de riscos através do mercado de derivativos agrícolas. Os objetivos deste estudo são, portanto, revisar a literatura existente para identificar (1) as principais fontes de riscos agrícolas, (2) métodos e estratégias comuns de gestão de risco empregados, (3) modelos de análise de riscos de mercados derivativos, e (4) as barreiras para a gestão de riscos agrícolas.

Este artigo apresenta a revisão de literatura seguindo a estrutura conceitual ou temática. Para Torracco (2016) a estrutura conceitual é organizada em torno dos principais conceitos do tópico de revisão. Representações visuais, como mapas conceituais, cronogramas cronológicos, mapas ou diagramas de relacionamento e outras figuras, facilitam demonstrar como a revisão está organizada.

UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE GESTÃO DE RISCOS

Apesar dos produtores rurais serem eficientes em todos os processos de produção, ou seja, na compra de insumos e de tecnologias, na produção e na comercialização de seus produtos, ainda assim, estão expostos a riscos. Neste contexto compreender as maneiras de mitigar riscos pelos produtores rurais podem ser encontradas através de literatura atual e relevante sobre a gestão de riscos agropecuários encontradas em diferentes bases de dados.

A busca por literatura sobre os modelos de análise de gestão de riscos de derivativos agrícolas iniciou-se listando o maior número possível de palavras-chave usando termos como “*agricultural derivatives*”, “*agricultural price risk*”, “*agricultural risk management*”, “*agricultural future market*” e “*agricultural options market*”, “*barter operations*” no idioma inglês, nas bases de dados da *Web of Science – WOS* e da *Scopus*.

Para cada palavra chave foi adotado o seguinte processo de inclusão para garantir a qualidade dos manuscritos para análise: 1) os artigos deveriam ser publicados em periódicos que continham fator de impacto e ou fator H relevante sobre a temática, conforme demonstrado no quadro 1; 2) os manuscritos selecionados deveriam focar nos derivativos agrícolas e/ou na gestão de riscos agropecuários; 3) artigos mais antigos também foram incluídos a fim de analisar o contexto histórico das publicações sobre a temática; 4) As publicações que atendem aos critérios anteriores foram selecionadas para revisão integrativa, independentemente da disciplina acadêmica para a qual foram escritas.

Já no critério de exclusão optou-se por excluir: 1) artigos de periódicos que não contém fator de impacto e/ou fator H reconhecido; 2) artigo cuja temática fuja do foco do assunto em debate.

Quarenta e duas publicações sobre os modelos de análise, estratégias e métodos de gestão de riscos agrícolas, foram identificadas usando as palavras-chave e critérios preestabelecidos descritos anteriormente. Cada peça da literatura foi examinada usando uma revisão faseada (ou seja, resumos, depois corpo principal de cada fonte de literatura). Em seguida, são discutidos os achados da literatura sobre modelos de gestão de riscos agrícolas, prioritariamente em relação aos riscos de preços, através do uso de derivativos.

ESTRUTURA PARA A REVISÃO TEÓRICA

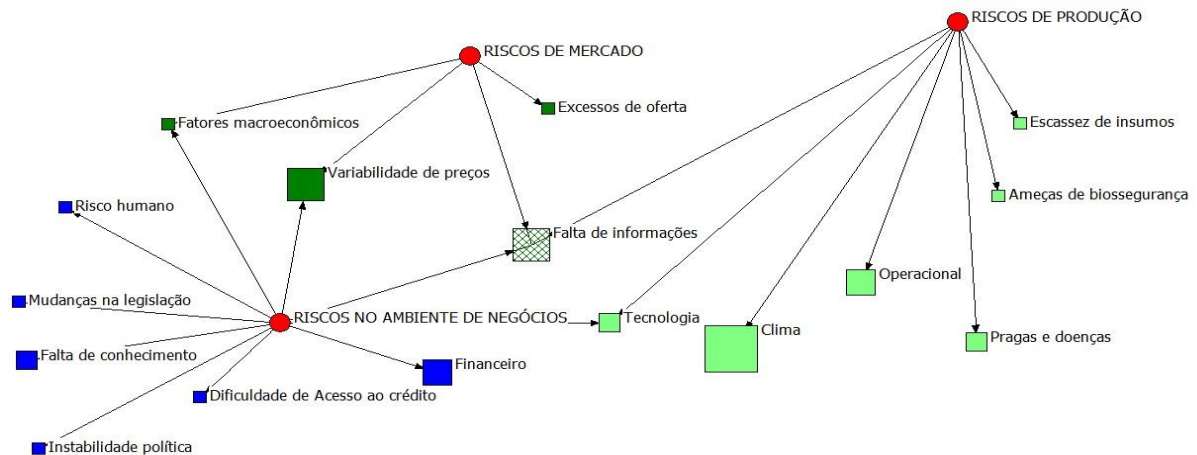
Fontes de riscos agrícolas

A literatura sobre gestão de riscos agrícolas pode ser dividida entre aquelas que abordam sobre riscos inerentes ao ambiente de negócios, risco de produção e risco de mercado.

Finger e Waquil (2013) apresentaram os riscos ligados à produção e os riscos socioeconômicos. Os riscos ligados à produção envolvem os riscos climáticos, os riscos operacionais (falhas na semeadura ou atraso na colheita), biológicos (pragas),

e tecnológicos (adaptação à uma nova tecnologia, obsolescência). Por outro lado, os riscos socioeconômicos envolvem os riscos de mercado (excesso de oferta, flutuações de preços), humano (sucessão familiar, aptidão dos funcionários), institucional (mudanças na legislação e no cenário político e econômico) e financeiro (aumento dos juros).

Figura 1. Principais fontes de riscos agrícolas



Fonte: Dados da pesquisa, saída do software UCINET. O tamanho do quadrado de um item é determinado pelo peso do item, quanto maior mais citado. A cor de um item é determinada pelo cluster ao qual o item pertence.

Nas operações com derivativos, segundo Toledo Filho et al. (2009), os riscos podem ser: risco de mercado – relacionado com o preço e o valor dos bens, serviços, índices, *commodities*, etc.; volatilidade – a volatilidade do ativo-objeto reflete-se no valor ou prêmio das opções. Quanto maior a volatilidade do ativo-objeto maior será o risco para o vendedor de uma opção e maior será o interesse do comprador em adquiri-la para alavancar seus ganhos; risco de taxa de juros: a taxa de juros é usada para calcular o valor de um ativo ou uma carteira, pois representa o custo de oportunidade do aplicador. Quando a taxa de juros varia o valor dos ativos também varia; risco de liquidez do mercado – este risco está diretamente ligado ao volume e estoque de contratos em aberto. Para os derivativos negociados em Bolsa a informação da liquidez é precisa e de fácil obtenção, o que não ocorre com os derivativos negociados no mercado de balcão; e risco de crédito, já explicado anteriormente.

Vale enfatizar que na identificação dos riscos, precisa-se saber quais os riscos são relevantes para cada empreendimento específico, ou seja, os riscos da agricultura são diferentes dos riscos inerentes à pecuária, da produção de café é diferente dos hortifrúteis, e assim por diante. Já na avaliação de riscos é necessário identificar o grau de incidência do risco, ou seja, qual a probabilidade de ocorrência e qual será a perda decorrente deste risco.

Métodos e estratégias de gestão de riscos

A preocupação com as condições climáticas no ambiente do agronegócio é uma constante, e nesta revisão de literatura ficou claro que as discussões sobre gestão de riscos envolvendo o clima é mais calorosa.

A gestão de riscos á nível corporativo e sua relevância é demonstrada no trabalho de Ali e Muharam (2019) e Crane et al (2010) destacando a necessidade e a importância do planejamento e do gerenciamento de riscos agrícolas, as principais estratégias adotadas para o gerenciamento de riscos e a percepção dos produtores em relação aos riscos é discutida por Finger e Waquil (2013).

No quesito risco de produção, a preocupação com as condições climáticas é uma constante. Estratégias, instrumentos e políticas de enfrentamento aos riscos climáticos são apresentados por Ali e Muharam (2019), Antón, Cattaneo e Lankoski (2013), Klopper, Vogel e Landman (2006), Fraisse et al. (2006), Meinke, et al. (2007); e o seguro agrícola é apresentado como uma forma eficiente na mitigação de riscos por Assa (2015), Antón, Cattaneo e Lankoski (2013); dentre eles o seguro baseado em índices destacado por Hazel e Hess (2010).

Por fim, é apresentado o nível de exposição e as estratégias de proteção aos riscos de mercado nas atividades agrícolas por Finger e Waquil (2013), Toledo Filho et al (2010), Triantafyllou, Dotsis, Sarris (2019), a utilização de derivativos para a gestão de riscos de preços é enfatizada por Calegari et al. (2012), Clapp e Helleiner (2012), Muhlen, Cezar e Costa (2013), Hart et al (2015), Kumar (2020), dentre outros, Jia et al (2017) destacaram que os mercados de futuros agrícolas desempenham um papel importante na aversão ao risco.

Vale ressaltar ainda que vários autores, dentre eles, Cotter, Dowd e Morgan (2012), Xu et al. (2019), Jiang et al. (2016), Jia et al. (2017), Assa (2015 e 2016), Paris (2018) apresentaram modelos para a compreensão e acompanhamento das variações de preços, que serão discutidos no tópico modelos de análise de riscos de mercados derivativos.

Com base, nos achados sobre gestão de riscos foi possível desenvolver uma estrutura conceitual, abordando as fontes de riscos agrícolas e as ferramentas e estratégias sobre gestão de riscos agrícolas. Proporcionando ainda a ampliação da discussão com enfoque no mercado de derivativos, no qual podemos compreender a gestão de riscos através dos derivativos agrícolas, apresentar os principais modelos de análises de gestão de riscos agrícolas e dando suporte para propormos um modelo teórico sobre a gestão de riscos através dos derivativos.

Gestão de Riscos através de Derivativos Agrícolas

O gerenciamento de riscos compreende todas as medidas que ajudam a identificar e gerenciar os riscos que colocam um empreendimento em risco. Evidentemente, a existência dos riscos na atividade agrícola sempre foi percebida e entendida por agricultores de todo o mundo. No entanto, salvo exceções, a utilização de métodos formais de análise e proteção contra riscos tem sido pouco usado e observada (FINGER, WAQUIL, 2013).

Derivativos são instrumentos financeiros cujo preço deriva conforme o preço de outro ativo, o ativo subjacente. Esses instrumentos são formalizados a partir de contratos no qual uma parte efetua uma compra e a outra parte efetua uma venda de determinado ativo por preço e quantidade pré-estabelecidos para liquidação em data futura (CALEGARI, BAIGORRI E FREIRE, 2012).

No Brasil, segundo Toledo Filho, Cardoso e Santos (2010), os derivativos apareceram mais recentemente com a criação da Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F), em 30/06/1991, que incorporou a Bolsa Brasileira de Futuros (BBF) do Rio de Janeiro em 1997 e a Bovespa em 2007, passando a ser a BM&FBOVESPA. A BM&F nos últimos anos tem incrementado seus esforços visando atrair os produtores rurais para os derivativos agropecuários, demonstrando sua boa relação

custo/benefício, principalmente os de pequeno porte, que desconhecem essas operações. Atualmente B3 – Brasil, Bolsa, Balcão, incorporando também os serviços da Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos (CETIP), através de uma fusão.

Muhlen, Cezar e Costa (2013), analisando o comportamento dos produtores de soja, destacaram que a utilização de ferramentas de proteção de preço é ainda pouco expressiva, ou seja, um pequeno percentual de produtores usa o Mercado Futuro (hedge) e o Mercado de Opções, sendo o mercado a termo o principal mecanismo utilizado. Produtores que já usaram o Mercado Futuro (hedge) e o de opções atuam em médias e grandes propriedades, têm nível de escolaridade alto e estão mais capitalizados. A baixa utilização dos derivativos (Futuros e Opções) se dá, principalmente, pela falta de conhecimento e pela ausência de profissionais de confiança capazes de orientar os produtores.

Concordamos plenamente com os autores supracitados, e ainda podemos relatar que a prevalência de uso do mercado a termo ocorre em todas as commodities. Por exemplo, no café a realidade é a mesma, os produtores rurais de café também negociam sua produção em sua grande maioria através do mercado à termo.

O mercado à termo tem suas vantagens, no entanto a obrigatoriedade de entrega futura da produção é um dos empecilhos, devido à padronização dos contratos, para que o produtor cumpra o contrato, principalmente à garantia de qualidade da produção em relação às especificações nos contratos. Este fato, por sua, torna-se o produtor avesso aos derivativos agrícolas.

Toledo Filho, Cardoso e Santos (2010) explicaram que participam no mercado de derivativos pessoas e/ou instituições, e são classificadas de acordo com seus interesses: 1) *Hedgers*: Estes utilizam o mercado para proteção contra variações indesejáveis nos preços, evitando perdas, no entanto o lucro é limitado. 2) *Especuladores*: Esses participantes conferem a liquidez ao mercado, assumindo os riscos dos *hedgers*, com a intenção de obter ganhos financeiros com informações e previsões sobre os vários mercados. Geralmente usam duas operações sequenciais, e não esperam o vencimento dos contratos, saindo da posição que mantém, dias antes, sua finalidade é apenas financeira. 3) *Arbitradores*: estes garantem que os preços futuros no mercado estejam compatíveis com os preços no mercado físico. Sempre que há uma discrepância entre esses preços, o arbitrador aproveita para realizar seus lucros, sem risco, usando duas operações simultâneas e fecham as operações.

Mercado a termo

No mercado a termo negociam os contratos a termo, que são contratos negociados diretamente entre as partes interessadas, em que existe o compromisso de entregar ou receber uma mercadoria com prazo e preço estabelecidos. No entanto, não são padronizados nem garantidos pelas bolsas (TOLEDO FILHO, CARDOSO E SANTOS, 2010).

Muhlen, Cezar e Costa (2013) relatam que o principal mecanismo usado para minimizar riscos de preço é o Mercado a Termo, aparecendo em último lugar as operações no Mercado de Opções e no Mercado Futuro

Mercado Futuro

No mercado futuro negociam contratos futuros, especificamente através de bolsa de mercadorias e futuras, as quais estabelecem as condições como prazos, tamanho do contrato, local de entrega, margem de garantia, etc., são estabelecidas

pela bolsa e padronizados em termos de vencimento e quantidade (TOLEDO FILHO, CARDOSO E SANTOS, 2010)

Os futuros de commodities têm atraído bastante atenção nos últimos anos, porque facilitam a descoberta de preços e permitem proteção contra mudanças nos preços à vista de commodities (KUMAR, 2020). Segundo Toledo Filho, Cardoso e Santos (2010) os mercados futuros e de opções devem ser entendidos como poderosa ferramenta na gestão de custos e preços das mercadorias, integrando-se ao mercado físico.

Kumar (2020) destaca que o mercado futuro de commodities é eficiente e podem ser usados para proteção contra mudança nos preços à vista das commodities. A gestão de risco por meio de hedge é uma função importante do mercado de futuros. Além disso, a visão fundamental titulares que tomam suas decisões com base na demanda e oferta da mercadoria subjacente, negociará no mercado futuro para obter lucros do mercado.

Mercado de Opções

Nas últimas décadas, com a globalização dos mercados e o avanço dos meios de comunicação, os derivativos tiveram reconhecida expansão, servindo para proteger ativos (hedge), para especulação e também para travar ganhos ou perdas em diversos mercados. Com o surgimento dos mercados de opções, apareceram os derivativos desses ativos, dando aos investidores novas possibilidades de operações estruturadas, inclusive para o agronegócio (TOLEDO FILHO, CARDOSO E SANTOS, 2010).

O mercado de opções é uma modalidade operacional em que não se negociam ações-objeto, mas direitos sobre elas". A falta de cautela ou o excesso de ambição em operações de derivativos já trouxeram prejuízos a empresas e bancos (TOLEDO FILHO, CARDOSO E SANTOS, 2010).

As opções são um ativo financeiro que pode ser comprado ou vendido, assim como uma ação, um título ou uma commodity. Elas são classificadas como derivativas porque o valor de uma opção é derivado de outro ativo, chamado de ativo base. Para Toledo Filho, Cardoso e Santos (2010) existem dois tipos de opções: opções de compra (calls) e opções de venda (puts). Uma opção de compra dá a seu detentor (titular) o direito de comprar um ativo por certo preço em determinada data. Na opção de venda, o titular adquire o direito de vender o ativo por certo preço em determinada data.

Quadro 2. Tipos de Opção

Tipo de Opção	Titular (Comprador)	Lançador (Vendedor)
Opção de Compra (CALL)	Direito de Comprar ao preço prefixado	Obrigação de vender ao preço prefixado
Opção de Venda (PUT)	Direito de Comprar ao preço prefixado	Obrigação de vender ao preço prefixado

Fonte: Adaptado de Toledo Filho, Cardoso e Santos (2010)

Percebe-se que nesse mercado existe o titular que é o detentor do direito de comprar, ou seja, quem compra a opção. O lançador é aquele que vende a opção, possui a obrigação de vender a um preço preestabelecido. Nas transações envolvendo contratos de opções há o preço prefixado, conhecido como preço do exercício, e um prêmio pago pelo comprador ao vendedor pela aquisição do direito.

Um comprador de uma opção de compra tem a expectativa de que o ativo base (ação ou commodity) subirá de preço. No caso das opções de commodities, o comprador da opção de compra tem o direito de controlar um contrato de futuro por um período específico de tempo a determinado nível de preços. O comprador não tem

obrigação de exercer o contrato de opção e transformá-lo em posição comprada no ativo subjacente, se isso não for financeiramente interessante para ele. Mas, caso não exerça perderá o prêmio pago, no entanto tem potencial ilimitado de ganho na alta.

Já o lançador não toma nenhuma decisão, ou seja, a decisão é tomada apenas pelo comprador da opção, o titular. O titular apenas exerce o contrato, caso o preço de mercado não for atrativo.

Modelos de análise de riscos de mercados derivativos

Em relação aos modelos de análise de riscos de mercados derivativos podem ser subdivididos nos modelos operacionais e nos modelos auxiliares. Os modelos operacionais estão relacionados aos métodos e as principais ferramentas adotadas para a mitigação de riscos de preços. Os modelos auxiliares são aqueles que auxiliam na tomada de decisão sobre o uso dos derivativos. Envolve principalmente as análises qualitativas e quantitativas da variabilidade dos preços das commodities, transmissão de preços, medição de riscos, etc.

Modelos Operacionais

Para Calegari, Baigorri e Freire (2012) o mercado futuro é uma ótima ferramenta para a gestão de riscos agrícolas. Apesar da necessidade de um capital como margem de garantia, em decorrência desses ajustes diários, este mercado possui elevada liquidez do contrato futuro, a posição assumida pode ser zerada mediante a posição contrária, enquanto que no mercado a termo, a posição assumida geralmente é carregada até o vencimento do contrato. Assim, para que os produtores exerçam a gestão de riscos de sua produção, basta fazer um contrato de venda do ativo base (produto com característica semelhante ao da sua produção) e antes do vencimento do contrato, principalmente nos melhores momentos para maximizar ganhos, fazer a operação contrária, a compra de um contrato futuro com as mesmas especificações do contrato anterior e fechar a posição.

Toledo Filho, Cardoso e Santos (2009) através do Mercado de Opções, usaram a operação Butterfly de Put, consiste na compra e venda de opções, como trava para um incremento de resultado em operação de café. Com um custo pequeno referente aos prêmios líquidos pagos, o produtor terá um lucro adicional na venda da commodity, se no vencimento os preços estiverem dentro de um determinado intervalo. Embora a operação não seja montada e registrada na BM&F, são utilizadas opções negociadas na Bolsa. Sua perda na operação não ultrapassará os prêmios desembolsados.

Cresti (2005) executou uma pesquisa sobre as operações de trocas nos EUA, demonstrando que esta operação traz benefícios para as empresas e instituições. Destaca que nem as empresas nem as corporações recorrem à permuta para obter um melhor aproveitamento da sua capacidade produtiva. Ao contrário, tal relação positiva reforça a ideia de que a troca é adotada para aumentar os lucros e, em maior medida, para ganhar vantagem competitiva.

Aqui no Brasil, as operações de troca (barter) de insumos agrícolas por produção são práticas adotadas com frequência. As empresas de insumos agrícolas a fim de elevar suas vendas lançam essa modalidade de negociação e os produtores rurais, as vezes descapitalizados ou não, buscam uma alternativa de crédito sem necessidade de recorrer aos bancos, evitando o pagamento de juros.

Para ter uma garantia das negociações, as empresas de insumos usam o contrato à termo, no qual o produtor assume a responsabilidade de entregar em data

futura sua produção, em quantidade e valores pré-estipulados de acordo com o contrato.

Os produtores rurais ainda podem fazer uma venda futura de sua produção, contrato a termo. Nesse caso, segundo Calegari, Baigarri e Freire (2012), não exige margem de garantia e nem padronizados, possui menor liquidez do que os contratos futuros negociados em bolsas, no entanto, há a necessidade de entrega futura do produto transacionado.

Modelos Auxiliares

O risco é uma característica inerente à produção e a comercialização agrícola e sua medição precisa ajudar a informar um uso mais eficiente dos recursos. Neste contexto, a medição eficaz e precisa do risco nos mercados agrícolas é fundamental para informar a melhor maneira de projetar estratégias e instrumentos destinados a ajudar os agricultores a administrar os riscos que enfrentam. Para esse fim, Cotter, Dowd e Morgan (2012), aplicaram a versão *Peaks-OverThreshold* da Teoria do Valor Extremo (*Extreme Value Theory*) para estimar as medidas de risco financeiro extremo para uma seleção de contratos agrícolas.

Xu et al. (2019) destaca que o pleno funcionamento do mercado de futuros está intimamente relacionado ao vibrante comércio à vista; portanto, transmissão de preços eficiente cria uma barreira entre o mercado futuro e o mercado à vista e exerce um efeito crítico sobre o funcionamento do mercado futuro, como a descoberta de preços. Para tal, os autores usaram o modelo de correção de erro vetorial normal (VECM).

O VECM mede o efeito de transmissão do preço por meio de três tipos de parâmetros. O primeiro tipo inclui coeficientes de correção de erro, a velocidade relativa com que o preço à vista e o preço futuro poderiam reconstruir o status de cointegração de longo prazo, após os mercados serem chocados por fatores externos, como mudanças de política e tecnologia (XU et al., 2019) O segundo tipo de parâmetros são os coeficientes de cointegração que refletem a relação direta de longo prazo entre os preços. Eles são usados para medir o grau em que o preço à vista (futuros) é afetado pelas mudanças nos preços futuros (à vista). O último tipo de parâmetro são os coeficientes de interação, refletindo os efeitos mútuos de curto prazo entre os preços. Se β_j (γ_i) for significativo, isso significa que o preço futuro (à vista) afetará o preço à vista (futuros) no curto prazo. Juntos, os três tipos de coeficientes são complementares, fornecendo kits de ferramentas úteis para analisar os efeitos da transmissão entre os preços futuros e os preços à vista (XU et al., 2019).

Jiang et al. (2016) aplicaram o modelo multivariado heterogêneo autorregressivo (HAR), para estudar as inter-relações de volatilidade de diferentes mercados (EUA e China). Este modelo nos permite analisar o processo de transmissão da volatilidade entre os mercados futuros agrícolas ao longo de vários horizontes de tempo. Tem propriedades mais desejáveis em comparação com outras técnicas, como o recurso de memória longa da volatilidade que é frequentemente modelado por modelos de retornos GARCH integrados fracionariamente (FIGARCH) ou modelos de média móvel integrada fracionariamente autorregressivos (ARFIMA) de volatilidade realizada. pois, os modelos integrados fracionários não são triviais para estimar e não são facilmente extensíveis para processos multivariados.

Segundo Jia et al. (2017), com a integração da economia global, a ligação entre os mercados de futuros domésticos e internacionais fica mais perto do que nunca. Os autores usaram o método do caminho ideal térmico (TOP) para estudar a relação *lead-lag* em retorno e volatilidade do mercado futuro entre a China e os EUA. Como um método não linear e não paramétrico, foi originalmente proposto por Sornette e Zhou

(2005) para testar a evolução dinâmica da estrutura *lead-lag* entre duas séries temporais. Desde então, a abordagem foi aprimorada com sucesso e permite analisar a relação entre duas variáveis econômicas ou financeiras.

Paris (2018) combina uma especificação mais abrangente da Positive Mathematical Programming - PMP (calibração de quantidades de produção e preços de insumos limitantes) com preferências de risco generalizadas, onde o comportamento do agricultor que evita o risco pode variar sobre todas as preferências teoricamente possíveis.

O autor relata que uma abordagem de Programação Matemática Positiva tem sido adotada frequentemente para analisar cenários de política agrícola desde que Howitt propôs a metodologia. Comenta que a metodologia PMP foi estendida para lidar com preferência generalizada de risco e preços de produto de mercado arriscados. Além disso, estenderam para lidar com restrições de calibração envolvendo preços observados de insumos limitantes, por exemplo, terra. Esta extensão modifica a especificação tradicional de restrições de calibração e a noção de solução de calibração, conforme explicado mais adiante. Conclui que uma versão do modelo de equilíbrio de calibração apresentada permite a análise de subsídios agrícolas dissociados que são mais frequentemente o alvo dos formuladores de políticas

O modelo de armazenamento, proposto inicialmente por Gustafson (1958), foi desenvolvido para investigar uma política de controle de abastecimento ideal para os governos transportarem o estoque de grãos para o próximo ano. Mais recentemente, muitos autores aprimoraram o modelo de armazenamento para capturar melhor as características estatísticas; Assa (2015) concentrou nos estudos no modelo de armazenamento especulativo de Deaton e Laroque (1992,1995, 1996). A ideia principal neste modelo é que, devido à capacidade de armazenamento de muitos commodities, os participantes do mercado podem aumentar os preços de mercado adicionando à demanda de estoque. Mais precisamente, por meio do armazenamento, os participantes do mercado podem contabilizar as diferenças entre os preços atuais e futuros com desconto.

Com o objetivo de apresentar um modelo especulativo em tempo contínuo e usá-lo para a precificação de derivativos. Assa (2015) mostrou como, usando as técnicas de engenharia financeira, é possível encontrar os preços dos derivativos, seja resolvendo um PDE ou por simulação de Monte-Carlo. Essa configuração pode ser considerada como uma alternativa para a estrutura do modelo de Black, que tem sido usada para precificar derivados sobre preços agrícolas. Também simulei séries de preços usando um conjunto de parâmetros e comparei as estatísticas geradas a partir do modelo de movimento browniano geométrico e do modelo especulativo.

Assa (2016) explorou as ligações entre a demanda de commodities, a dinâmica dos preços e a volatilidade ao estabelecer o modelo de Cox, Ingersoll e Ross (1985) (CIR) para compreender o processo de demanda do mercado e o modelo de volatilidade elástica constante (CEV) para preços de mercado. O modelo CEV é uma extensão do modelo Black-Scholes-Merton (BSM) que era desenvolvido principalmente em 1973 para estimar preços de derivativos.

O autor supracitado argumentou que o modelo CEV foi adotado para modelar opções sobre preços de commodities, foi possível observar que todas as commodities não pecuárias, exceto suco de laranja, têm efeito de alavanca inverso sobre os preços, enquanto as commodities pecuárias e o suco de laranja tem efeito de alavanca.

Barreiras para a gestão de riscos agrícolas.

A falta de informações para ajudar os agricultores a controlar os riscos agrícolas é uma das principais barreiras, principalmente em países em desenvolvimento. A ineficiência de acesso à financiamento formal, de baixo risco e regulamentado prejudica a capacidade dos agricultores de gerenciar seus empreendimentos agrícolas. Vale ressaltar ainda o apoio institucional limitado e a falta de mecanismos de mercado (acesso e suprimentos de insumos) foram barreiras adicionais encontradas pelos agricultores (DUONG et al., 2019).

Toledo Filho, Cardoso e Santos (2010) aponta que as perdas com derivativos foram originadas pela falta de conhecimento dos mesmos, o qual precisa de cautela, pois pode levar à elevados prejuízos.

Muhlen, Cezar e Costa (2013), inferiram que a falta de conhecimento e a falta profissionais de confiança para orientá-los em operações nos Mercados Futuros e de Opções é um fato limitador e inibidor do uso dos derivativos pelos produtores rurais. Outra dificuldade relatada pelos autores, é em relação a não possuir corretoras nas cidades do interior que operam com derivativos, assim se o produtor quiser fazer operações com derivativos, terá de procurar corretoras em cidades maiores.

Comentaram ainda que existe a questão cultural, de resistência a mudanças, além do argumento de que acompanhar o mercado e as bolsas demanda de tempo, reforçando a necessidade de um profissional específico. Essas operações exige uma efetiva segurança que por sua vez exigiria fazer vários seguros.

Para entender os problemas e as barreiras destacadas até aqui, vamos recorrer aos sistemas produtivos do agronegócio. Sabemos que as relações com os agentes que aumentam ou diminuem os riscos e as incertezas, também que existem muitas ações oportunistas no mercado de qualquer commodities.

Neste contexto, a predominância pelas negociações através do mercado à termo pelos agentes negociadores ao longo da cadeia produtiva, pode ser explicada pelas oportunidades e garantias (ganhos com risco zero através de operações casadas) que os intermediários possuem em negociar no mercado á termo.

Assim a disponibilidade de negociações no mercado a termo é gigantesca, e os interesses por implantar corretoras de investimentos em pequenas cidades que trabalham com derivativos agrícolas não é o foco destes agentes e parece que não é interessante e viável também para as corretoras.

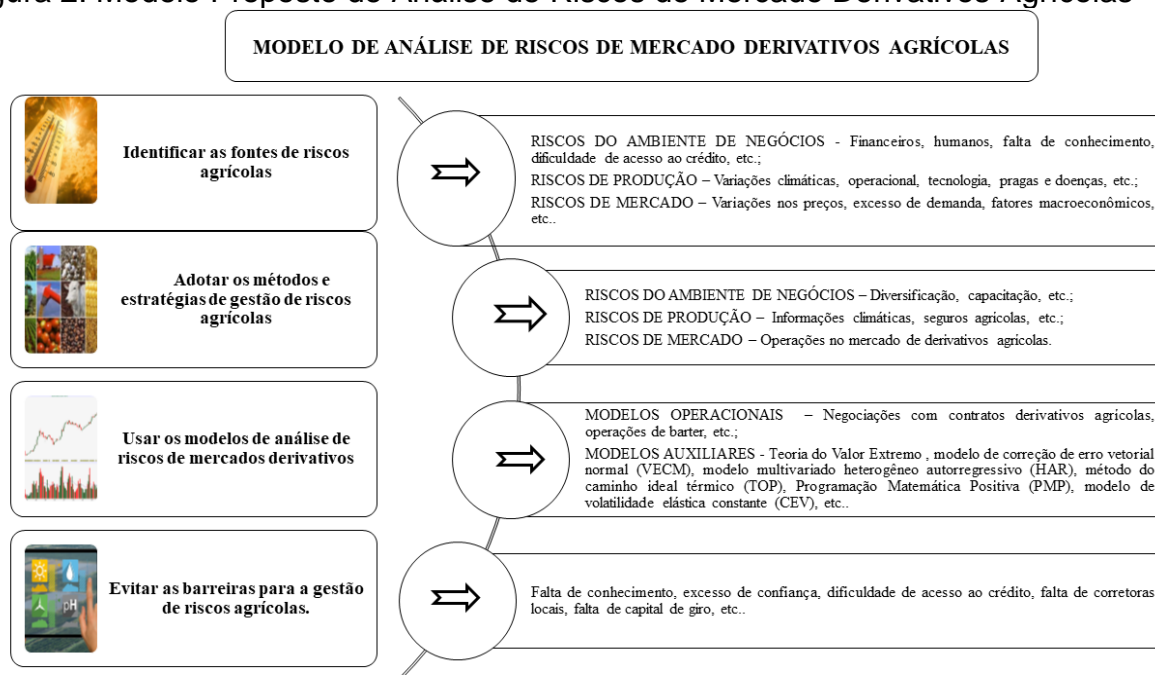
A baixa utilização ocorre também pela descapitalização do produtor e pela falta de políticas públicas para fomentar operações no mercado de derivativos agropecuários, o que sugere uma maior atenção dos organismos governamentais a essa questão (MUHLEN, CEZAR e COSTA, 2013).

MODELO PROPOSTO DE ANÁLISE DE RISCOS DO MERCADO DE DERIVATIVOS AGRÍCOLAS

Nosso modelo teórico para a gestão de riscos agrícolas através dos derivativos agrícolas tem como finalidade demonstrar o passo a passo para implementar uma gestão de riscos eficiente e eficaz.

Neste contexto, é necessário identificar as principais fontes de riscos inerentes à produção agrícola em questão; adotar os melhores métodos ou estratégias a fim de mitigar os riscos. No nosso, caso específico dos riscos de mercado, analisar os modelos a serem adotados e os principais fatores que interferem na variabilidade de preços usando os modelos propostos, por fim identificar as barreiras para a gestão de riscos e procurar saná-las.

Figura 2. Modelo Proposto de Análise de Riscos de Mercado Derivativos Agrícolas



Fonte: Dados da pesquisa

O conhecimento das fontes de riscos do negócio agrícola é de extrema importância para que os produtores possam adotar estratégias mitigadoras de riscos. A variabilidade dos preços das commodities ao longo do ano, faz com que os agentes integrantes do sistema produtivo, dentre eles, os produtores rurais, tenham uma preocupação constante com a comercialização de seus produtos a fim de obter a rentabilidade com sua produção.

O uso do mercado de derivativos agrícolas como ferramenta para a gestão de riscos, não garante o melhor preço, apenas “trava os preços”. Assim, os produtores rurais precisam saber das informações em relação aos custos de produção a fim de saber o preço mínimo necessário para que consiga ter uma rentabilidade aceitável, nas negociações futuras.

Um fundamento essencial em finanças para a gestão de riscos é a diversificação. Assim, os produtores não precisam negociar toda a sua produção através de derivativos agrícolas, podem deixar um percentual para as vendas à vista no período da safra, ou ainda, negociar vários contratos ao longo do ano, trabalhando com médias de preços, pois é impossível acertar o topo de preços e/ou o fundo nas negociações com derivativos agrícolas.

NOVAS PERSPECTIVAS DE ESTUDOS E PESQUISAS FUTURAS

A fim de aprofundar na compreensão sobre gestão de riscos agrícolas é necessário, pesquisar as práticas de gestão de riscos adotadas pelos produtores rurais, na compra de insumos e na comercialização de seus produtos, e demonstrar meios para a prática de gestão de riscos através das operações no mercado futuro e de opções.

Neste contexto, torna-se fundamental os programas e políticas públicas inerentes a gestão de riscos agrícolas, especificamente com foco no mercado futuro, operações de hedge, e no mercado de opções. Tanto na coordenação e implementação destas políticas, como nos incentivos, como exemplo: pagamentos do prêmio efetuado pelo governo para as operações com opções.

Vale ressaltar ainda, a importância das cooperativas atuando com predominância da sua função social em detrimento aos aspectos econômicos. A atuação de uma cooperativa com a finalidade de auxiliar os produtores rurais na gestão de riscos, com operações de *hedge*, tanto no mercado futuro como de opções. A implementação de pontos de negociações de corretoras de investimentos nas pequenas cidades, mais próximas do produtor rural, com agentes autônomos de investimentos capacitados para operar e negociar com uma linguagem mais simples para facilitar o entendimento por parte dos agricultores.

Pesquisas futuras que buscam mapear as principais políticas e programas de gestão de riscos agrícolas mundiais serão importantes à medida que possam auxiliar o governo brasileiro na implementação de políticas específicas sobre gerenciamento de risco para o setor.

CONCLUSÃO

O presente trabalho tinha por objetivo construir diretrizes conceituais a respeito da gestão de riscos de preços agrícolas através do uso de derivativos. Com base na revisão da literatura foi possível elencar as principais informações sobre a temática e a inda propor um modelo teórico de análise de riscos de mercado derivativos agrícolas, apresentando uma sequência lógica a ser praticada para implementar a gestão de riscos usando os derivativos agrícolas, sendo necessário identificar as principais fontes de riscos inerentes à produção agrícola em questão; adotar os melhores métodos ou estratégias a fim de mitigar os riscos, analisar os modelos a serem adotados e os principais fatores que interferem na variabilidade de preços usando os modelos propostos, e identificar as barreiras para a gestão de riscos e procurar saná-las.

Conclui-se que as estratégias com o mercado futuro e de opções mesmo sendo as mais eficientes para a gestão de riscos carecem de incentivos para tornar-se prática. Um dos pontos, é a falta de interesse ou objetivos em relação ao suporte ao produtor rural em relação à gestão de riscos agrícolas, por parte das instituições com caráter social (associações, cooperativas, etc.). Pois, existem muitas instituições coordenadoras no sistema produtiva, no entanto a principal finalidade é deixada em segunda plano.

Outro fator é a falta de políticas públicas com foco na capacitação dos produtores em relação ao uso de derivativos agrícolas, e outras políticas voltadas para colocar em prática as operações de *hedge* através do mercado futuro e de opções, ou seja, a adoção de mecanismos que possam tornar-se rotina para os produtores estas operações.

Não é difícil, falta um pouco de vontade, pois as operações de barter, troca de insumos pela produção futura é prática nos dias atuais. Mas, com certeza as empresas de insumos têm grandes benefícios com essas operações, pois implantaram com maestria.

REFERÊNCIAS

ALI, M., N. MAN, MUHARAM, F. M.. Perceptions of Malaysian farmers regarding their knowledge in agricultural risk management. *Journal of Animal e Plant Science*, v. 29, n. 4, p. 1204-1207, 2019.

ANTÓN, J., CATTANEO, A., KIMURA, S., LANKOSKI, J.. Agricultural risk management policies under climate uncertainty. *Global environmental change*, v.23, n.1, p.1726-1736, 2013.

ASSA, Hirbod. Financial engineering in pricing agricultural derivatives based on demand and volatility. *Agricultural Finance Review*, 2016.

BARNES, A. P.; ISLAM, Md M.; TOMA, L. Heterogeneity in climate change risk perception amongst dairy farmers: A latent class clustering analysis. *Applied Geography*, v. 41, p. 105-115, 2013.

CALEGARI, I. P.; BAIGORRI, M. C.; FREIRE, F. S. Os derivativos agrícolas como uma ferramenta de gestão do risco de preço. *Custos e @gronegócio online*, v. 8, n.1, 2012.

CLAPP, Jennifer; HELLEINER, Eric. Troubled futures? The global food crisis and the politics of agricultural derivatives regulation. *Review of International Political Economy*, v. 19, n. 2, p. 181-207, 2012.

CRANE, Todd A. et al. Forecast skill and farmers' skills: Seasonal climate forecasts and agricultural risk management in the southeastern United States. *Weather, Climate, and Society*, v. 2, n. 1, p. 44-59, 2010.

CRESTI, Barbara. US domestic barter: An empirical investigation. *Applied Economics*, v. 37, n. 17, p. 1953-1966, 2005.

DUONG, Thi Tam et al. A global review of farmers' perceptions of agricultural risks and risk management strategies. *Agriculture*, v. 9, n. 1, p. 10, 2019.

FRAISSE, C. W., BREUER, N. E., ZIERDEN, D., BELLOW, J. G., PAZ, J., CABRERA, V. E., JONES, J. W. AgClimate: A climate forecast information system for agricultural risk management in the southeastern USA. *Computers and electronics in agriculture*, v.53, n.1, p.13-27, 2006.

FINGER, M. I. F.; WAQUIL, P. D.. Percepção e medidas de gestão de riscos por produtores de arroz irrigado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, v. 43, n. 5, p. 930-936, 2013.

GUILLEMINOT, Benoît; OHANA, Jean-Jacques; OHANA, Steve. The interaction of speculators and index investors in agricultural derivatives markets. *Agricultural economics*, v. 45, n. 6, p. 767-792, 2014.

HART, Chad E. et al. Price mean reversion, seasonality, and options markets. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 98, n. 3, p. 707-725, 2016.

HAZELL, Peter BR; HESS, Ulrich. Drought insurance for agricultural development and food security in dryland areas. *Food Security*, v. 2, n. 4, p. 395-405, 2010.

HE, Ling-Yun et al. Contemporaneous and asymmetric properties in the price-volume relationships in China's agricultural futures markets. *Emerging Markets Finance and Trade*, v. 50, n. sup1, p. 148-166, 2014.

HOSSEINI, YEKANI SA; ZIBAEI, M.; ALLEN, D. E. The Initial Specification of Viable Futures Contracts: The Use of a New Computational Method of Value at Risk in Iranian Agricultural Commodities Market. 2010.

HUH, Sahn-Wook; LIN, Hao; MELLO, Antonio S. Options market makers' hedging and informed trading: Theory and evidence. *Journal of Financial Markets*, v. 23, p. 26-58, 2015.

JACKSON, Elizabeth et al. Sociological factors affecting agricultural price risk management in Australia. *Rural sociology*, v. 74, n. 4, p. 546-572, 2009.

JIA, Rui-Lin et al. Correlation between agricultural markets in dynamic perspective—Evidence from China and the US futures markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 464, p. 83-92, 2016.

JIANG, Huayun et al. Dynamics of volatility transmission between the US and the Chinese agricultural futures markets. *Applied Economics*, v. 49, n. 34, p. 3435-3452, 2017.

KLOPPER, E.; VOGEL, C. H.; LANDMAN, W. A. Seasonal climate forecasts—potential agricultural-risk management tools?. *Climatic Change*, v. 76, n. 1-2, p. 73-90, 2006.

KUMAR, Raushan. Predicting Wheat Futures Prices in India. *Asia-Pacific Financial Markets*, p. 1-20, 2020.

LORANT, Anna; FARKAS, Maria Fekete. Risk management in the agricultural sector with special attention to insurance. *Polish journal of management studies*, v. 11, n. 2, p. 71--82, 2015.

MARSTON, John M. Archaeological markers of agricultural risk management. *Journal of Anthropological Archaeology*, v. 30, n. 2, p. 190-205, 2011.

MEINKE, H., SIVAKUMAR, M. V. K., MOTHA, R. P., NELSON, R.. Preface: Climate predictions for better agricultural risk management. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.58, n.10, p.935-938, 2007.

MIAO, Xin et al. Risk and regulation of emerging price volatility of non-staple agricultural commodity in China. *African Journal of Agricultural Research*, v. 6, n. 5, p. 1251-1256, 2011.

MORGAN, Wyn; COTTER, John; DOWD, Kevin. Extreme measures of agricultural financial risk. *Journal of Agricultural Economics*, v. 63, n. 1, p. 65-82, 2012.

MYERS, Robert J.; SEXTON, Richard J.; TOMEK, William G. A century of research on agricultural markets. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 92, n. 2, p. 376-403, 2010.

MÜHLEN, A. S. R. W.; CEZAR, I. M.; COSTA, F. P. Risco de preço na comercialização da soja: uso de derivativos pelos produtores rurais de Maracaju-MS. *Ciência Rural*, v. 43, n. 5, p. 937-943, 2013.

PARIS, Quirino. Positive Mathematical Programming and Risk Analysis. *Bio-based and Applied Economics*, v. 7, n. 3, p. 191-215, 2018.

PORTH, L.; ASSA, H.. A financial engineering approach to pricing agricultural insurances. *Agricultural Finance Review*, v. 75, n.1, p.63-76, 2015).

RYU, Doojin; YANG, Heejin. Noise traders, mispricing, and price adjustments in derivatives markets. *The European Journal of Finance*, v. 26, n. 6, p. 480-499, 2020.

SEVERINI, S.; BIAGINI, L.; FINGER, R. Modeling agricultural risk management policies—The implementation of the Income Stabilization Tool in Italy. *Journal of Policy Modeling*, v. 41, n. 1, p. 140-155, 2019.

THILMANY, Dawn; BLANK, Steven C. FLCs: An analysis of labor management transfers among California agricultural producers. *Agribusiness: An International Journal*, v. 12, n. 1, p. 37-49, 1996.

- TRIANAFYLLOU, Athanasios; DOTSI, George; SARRIS, Alexandros. Assessing the vulnerability to price spikes in agricultural commodity markets. *Journal of Agricultural Economics*, v. 71, n. 3, p. 631-651, 2020.
- TOLEDO FILHO, J. R.; CARDOSO, A. F.; SANTOS, C. C. Custo e benefícios dos derivativos agropecuários: utilização de butterfly de put no incremento do resultado em contratos de café. *Custos e@ gronegocio online*, v. 3, n. 5, p. 36-54, 2009.
- TORRACO, R. J.. Writing integrative literature reviews: Using the past and present to explore the future. *Human Resource Development Review*, v.15, n.4, p.404-428, 2016.
- VEDENOV, Dmitry V.; BARNETT, Barry J. Efficiency of weather derivatives as primary crop insurance instruments. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, p. 387-403, 2004.
- VOGEL, Coleen; O'BRIEN, Karen. Who can eat information? Examining the effectiveness of seasonal climate forecasts and regional climate-risk management strategies. *Climate Research*, v. 33, n. 1, p. 111-122, 2006.
- XI, Wenwen; HAYES, Dermot; LENCE, Sergio Horacio. Variance risk premia for agricultural commodities. *Agricultural Finance Review*, 2019.
- XU, Yuanyuan et al. Dynamic Price Discovery Process of Chinese Agricultural Futures Markets: An Empirical Study Based on the Rolling Window Approach. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, v. 51, n. 4, p. 664-681, 2019.
- WAUTERS, Erwin et al. Risk perception, attitudes towards risk and risk management: evidence and implications. *Agricultural Economics*, v. 60, n. 9, p. 389-405, 2014.
- ZHANG, Huiming; WATADA, Junzo. An analysis of the arbitrage efficiency of the Chinese SSE 50ETF options market. *International Review of Economics & Finance*, v. 59, p. 474-489, 2019.