



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO
MESTRADO

OPERAÇÕES DE HEDGE PARA IMPORTANTES MUNICÍPIOS
PRODUTORES DE MILHO DO ESTADO DE GOIÁS

GISLENE ZINATO RODRIGUES

GOIÂNIA
GOIÁS – BRASIL
2012

GISLENE ZINATO RODRIGUES

**OPERAÇÕES DE HEDGE PARA IMPORTANTES MUNICÍPIOS
PRODUTORES DE MILHO DO ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio – Mestrado em Agronegócio da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronegócio.

Área de concentração: Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais

Orientador: Prof. Dr. Cleyzer Adrian da Cunha

**GOIÂNIA
GOIÁS – BRASIL
2012**

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	GISLENE ZINATO RODRIGUES		
E-mail:	gzinato@yahoo.com.br		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Vínculo empregatício do autor			
Agência de fomento: CAPES		Sigla:	
País:	BRASIL	UF:GO	CNPJ:
Título:	Operações de hedge para importantes municípios produtores de milho do Estado de Goiás		
Palavras-chave:	Mercado futuro, Estratégias de <i>Hedge</i> , Milho, Estado de Goiás		
Título em outra língua:	Hedging transactions for major corn producing municipalities in the state of Goiás		
Palavras-chave em outra língua:	Market future, Hedging Strategies, Corn, State of Goiás		
Área de concentração:	Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais		
Data defesa: (23/03/2012)	Vinte três de Março de dois mil e doze		
Programa de Pós-Graduação: PPAGRO	Programa de Pós-Graduação em Agronegócio		
Orientador (a):	CLEYZER ADRIAN DA CUNHA		
E-mail:	cleyze@yahoo.com.br		
Co-orientador (a):*			
E-mail:			

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Gislene Zinato Rodrigues

Assinatura do (a) autor (a)

Data: 04 / 09 / 12

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG mr**

R696o Rodrigues, Gislene Zinato.
Operações de hedge para importantes municípios produtores de milho do estado de Goiás [manuscrito] / Gislene Zinato Rodrigues. – 2012.
xv, 105 f. : il., figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Cleyzer Adrian da Cunha.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (Programa de Pós-Graduação em Agronegócio), 2012.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.

Apêndices.

1. Milho – Mercado futuro – Goiás (Estado). 2.
Estratégias de Hedge. I. Título.

CDU:339.172(817.3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO -
PPAGRO

Dissertação de Mestrado

**“Operações de Hedge para Importantes Municípios Produtores de
Milho do Estado de Goiás”**

Gislene Zinato Rodrigues

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em
Agronegócio

Aprovada:

Prof. Dr. Cleyzer Adrian da Cunha
Orientador

Prof. Dr. Alcido Elenor Wander
Membro interno da Banca

Prof. Dr. Juliano José Resende Fernandes
Membro externo da Banca

23 de Março de 2012

Dedico esse trabalho aos meus pais,
irmãos e ao meu noivo, pelo apoio, oração
e votos de confiança.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado força e coragem para a realização desse trabalho e por estar sempre presente na minha vida e principalmente nos momentos mais difíceis dessa jornada.

Aos meus pais (João e Olímpia) pela oração e confiança, a meus irmãos (Alessandra e Giovane) pelo apoio, ao meu noivo (Cristiano) pela paciência e cumplicidade e aos amigos (em especial a Robertta, Maycon e Karine) e colegas de turma (Igor, Natália, Paulo Roberto, Kellen, Glauco, Joana, Adriano, Ieso e Sandra) pelo companheirismo e amizade.

Ao meu orientador (Cleyzer Adrian da Cunha) pelos ensinamentos e atenção na execução desse trabalho e a todos os professores do Programa de Mestrado em Agronegócio da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos/UFG que de certa forma contribuíram pela melhoria de minha formação e a execução desse trabalho.

À CAPES pelo apoio financeiro desta pesquisa. À FAEG em nome de Leonardo Oliveira Machado pela disponibilidade dos dados dos municípios goianos estudados. Aos membros da banca examinadora, professores Alcido Elenor Wander e Juliano José Resende Fernandes, pelas contribuições que foram muito favoráveis ao aperfeiçoamento desse trabalho. A amiga Graciela Aparecida Profeta e aluna de doutorado em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa pelo auxílio na aplicação de alguns modelos econométricos utilizados.

A finalização desse estudo não teria ocorrido sem o apoio de cada um de vocês, juntos fomos capazes de vencer e sair vitoriosos de mais uma batalha.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE QUADROS	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1. INTRODUÇÃO	01
1.1 Objetivos	02
1.1.1 Geral	02
1.1.2 Específicos	03
1.2 Problema de pesquisa.....	03
2. O AGRONEGÓCIO DO MILHO NO BRASIL E NO ESTADO DE GOIÁS... 04	
2.1 Características da cultura do milho.....	04
2.2 Caracterização da produção do milho no Brasil.....	05
2.3 Caracterização da produção do milho em Goiás	10
2.4 A formação de preço do milho no mercado brasileiro.....	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO..... 15	
3.1 Mercados futuros agropecuários no Brasil.....	15
3.2 Contratos futuros agropecuários.....	16
3.2.1 O contrato futuro de milho.....	18
3.3 Base e risco de base	21
3.4 Razão ótima de <i>hedge</i> (<i>hedge</i> de mínima variância) e Efetividade de <i>hedge</i>	23
3.5 Modelos alternativos de regressão utilizados para estimar a razão de <i>hedge</i> de mínima variância e efetividade de <i>hedge</i>	26
3.5.1 Os Modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)	26
3.5.2 O Modelo Vetorial Auto-Regressivo Bivariado (VAR)	30
3.5.3 O modelo Vetorial Auto-Regressivo com Correção de Erros (VEC)	31

3.6 Estudos na literatura brasileira relacionados a razão ótima de <i>hedge</i> a efetividade de <i>hedge</i>	31
4. METODOLOGIA	35
4.1 Etapas metodológicas.....	35
4.2 Testes de estacionariedade de séries temporais.....	35
4.2.1 Testes de raíz unitária	36
4.3 Teste de Causalidade de Granger	39
4.4 Testes de Cointegração	41
4.5 Fonte de Dados	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
5.1 Base e risco de base	45
5.2 Testes de raíz unitária	47
5.3 Teste de Causalidade de Granger	51
5.4 Teste de Cointegração	56
5.5 Razão ótima de hedge e Efetividade de hedge	58
5.5.1 Os Modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)	58
5.5.2 O Modelo Vetorial Auto-Regressivo Bivariado (VAR)	68
5.5.3 O modelo Vetorial Auto-Regressivo com Correção de Erros (VEC)	70
5.5.4 Comparação da razão ótima de <i>hedge</i> e efetividade de <i>hedge</i> por meio dos três modelos estimados	72
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
8. APÊNDICE.....	84

LISTA DE TABELAS

1. Produção, área e produtividade do milho no Brasil, regiões e principais estados produtores – Safra 2008-2009 06
2. Volume de contratos futuros de milho negociados na BM&FBOVESPA em relação à produção brasileira – 2000 a 2010 18
3. Base média por período, base média geral e risco de base do milho em R\$/sc 60kg nos meses de vencimento de contrato dos municípios goianos analisados – Jan/2005 a Mar/2011 46
4. Resultados dos Testes de Raíz Unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para os preços de milho na BM&FBOVESPA e nos principais municípios produtores goianos 48
5. Resultados dos Testes de Raíz Unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para os preços de milho na BM&FBOVESPA e nos principais municípios produtores goianos 49
6. Resultados dos Testes de Raíz Unitária de DF-GLS para os preços de milho na BM&FBOVESPA e nos principais municípios produtores goianos 50
7. Resultados dos Testes de Raíz Unitária de DF-GLS para os preços de milho na BM&FBOVESPA e nos principais municípios produtores goianos 51
8. Resultados do teste de causalidade de Granger entre os preços de milho da BM&FBOVESPA e os principais municípios produtores do estado de Goiás 52
9. Teste ADF do resíduo baseado no teste de cointegração de Engle-Granger 57
10. Resultados do teste de cointegração de Johansen..... 58
11. Resultados do modelo convencional de regressão linear em nível de preço pelo método de mínimos quadrados ordinários 59
12. Teste ADF dos resíduos baseado nos modelos MQO abordados 60
13. Resultados da estimação do método de mínimos quadrados ordinários da regressão linear em primeira diferença 61
14. Resultados da estimação do método de mínimos quadrados ordinários do modelo regressivo generalizado com os preços a vista defasados 62
15. Resultados da estimação do método de mínimos quadrados ordinários do modelo regressivo generalizado com defasagem 63
16. Resultados da estimação do método de mínimos quadrados ordinários do modelo de séries cointegradas de Engle & Granger com mecanismo de correção de erro 65

17. Resumo dos critérios de informação dos modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)	67
18. Resultados da razão ótima de <i>hedge</i> e efetividade de <i>hedge</i> do modelo MQO.....	67
19. Preços à vista dos coeficientes estimados do modelo VAR Bivariado	69
20. Preços futuro dos coeficientes estimados do modelo VAR Bivariado	69
21. Estimação da razão ótima de <i>hedge</i> e efetividade de <i>hedge</i> do modelo VAR	70
22. Preços à vista dos coeficientes estimados do modelo VEC Bivariado	71
23. Preços futuro dos coeficientes estimados do modelo VEC Bivariado.....	71
24. Estimação da razão ótima de <i>hedge</i> e efetividade de <i>hedge</i> do modelo VEC.....	72
25. Comparação dos cálculos da razão ótima de <i>hedge</i> e efetividade de <i>hedge</i> dos três modelos estimados	73
26. Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária ADF em nível com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados	84
27. Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária ADF em nível com tendência e com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.....	85
28. Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária ADF em primeira diferença com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.....	85
29. Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária ADF em primeira diferença com tendência e com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.....	86
30. Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária DF/GLS em nível com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados	86
31. Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária DF/GLS em nível com tendência e com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.....	87
32. Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária DF/GLS em primeira diferença com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.....	87
33. Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária DF/GLS em primeira diferença com tendência e com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.....	88

LISTA DE FIGURAS

1. Principais finalidades da demanda do milho no Brasil	04
2. Evolução da produção de milho na região Centro-Oeste.....	07
3. Sistema Agroindustrial do Milho – Brasil	08
4. Evolução da área colhida (1ª e 2ª safra) de milho em Goiás, 2000 a 2010	10
5. Evolução da produção de milho nos principais municípios produtores do Estado de Goiás	11
6. Mapa do estado de Goiás, destacando os municípios abordados no estudo.....	84

LISTA DE QUADROS

1. Resumo das especificações do contrato futuro de milho na BM&FBOVESPA 20

RESUMO

O presente trabalho analisou os contratos futuros de milho na BM&FBOVESPA e verificou se as estratégias de *hedge* em mercados futuros podem ser usadas como instrumento de gerenciamento de riscos de proteção aos preços pelos agentes da cadeia produtiva de dez importantes municípios produtores do estado de Goiás. Dentre as estratégias de *hedge* utilizadas foi feita a análise da base e do risco de base, os testes de causalidade e cointegração entre as variáveis e a estimação da razão de *hedge* de mínima variância e efetividade de *hedge*. Quanto a análise da base verificou-se que os preços da saca de milho a vista das praças estudadas foram menores que o preço cotado na BM&FBOVESPA, relevando uma base fraca. O enfraquecimento da base é justificado pelo distanciamento dos municípios avaliados da praça de referência da Bolsa (Campinas/SP). Quanto ao risco de base, em geral os municípios goianos analisados apresentaram valores baixos, demonstrando que o mercado futuro pode ser usado como um instrumento de gerenciamento de riscos de preços pelos agentes inseridos na cadeia produtiva do milho das regiões. O teste de causalidade foi analisado com objetivo de confirmar a direção das transmissões de preços entre a BM&FBOVESPA e os dez municípios goianos estudados. Por meio das análises observou-se que o preço futuro da BM&FBOVESPA não apresentou muita influência na formação dos preços das praças goianas estudadas. Dentre os municípios analisados, Jataí, Mineiros, Rio Verde e Santa Helena de Goiás, foram os principais municípios transmissores de preço do milho entre as localidades estudadas. A análise do teste de cointegração indicou que o preço a vista dos municípios analisados e o preço futuro da BM&FBOVESPA do milho, caminharam juntos, ou seja, apresentaram equilíbrio de longo prazo. Foi estimada a razão ótima de *hedge* e sua efetividade por meio de três modelos distintos (MQO, VAR e VEC) a fim de obter o modelo mais eficiente no auxílio a redução de riscos e a obtenção da parcela ótima nas negociações em mercados futuros. Dentre os modelos estimados o método de séries cointegradas de Engle-Granger com mecanismo de correção de erro (MQO) foi o que apresentou mais eficiente para a escolha da parcela ótima e redução de riscos nas negociações com contratos futuros. Dentre as praças avaliadas a maioria apresentou percentual ótimo de negociação em contratos futuros acima de 62%, exceto o município de Chapadão do Céu (49%). Os municípios de Morrinhos, Rio Verde, Santa Helena de Goiás e Acreúna foram os que apresentaram maior parcela ótima de negociação em contratos futuros (70

a 74%). Quanto a efetividade do *hedge*, a proteção mínima de riscos dissipados foi 51%, demonstrando que a operação em *hedge* é efetiva em todos os municípios. O maior percentual de proteção aos riscos de preços (70 a 72%) foi em Rio Verde, Jataí, Acreúna e Santa Helena de Goiás. Os resultados demonstraram que as operações de *hedge* em mercados futuros é uma ferramenta importante na minimização de riscos de preços para os agentes da cadeia produtiva de milho das localizações estudadas.

Palavras Chaves: Mercado futuro, Estratégias de *Hedge*, Milho, Estado de Goiás

ABSTRACT

This study has analyzed the futures contracts of corn in the BM&FBOVESPA and found that the hedging strategies in futures markets can be used as an instrument of risk management to protect prices by agents of the productive chain of ten major producing municipalities of the state of Goiás. Among the strategies used to hedge was made to analyze the base and basis risk, causality tests and cointegration among the variables and the estimation of the ratio of minimum variance hedge and hedge effectiveness. The basis of the analysis it was found that the prices of the sack of corn to view the squares have been studied less than the price listed on the BM&FBOVESPA, revealing a weak base. The weakening of the base is justified by the distance of the cities evaluated the square of the reference exchange (Campinas/SP). The risk-based, in general, the municipalities of Goiás analyzed showed low values, demonstrating that the futures market can be used as an instrument of risk management prices inserted by the agents in the production chain corn regions. The causality test was analyzed in order to confirm the direction of transmission of prices between the BM&FBOVESPA and the ten municipalities in Goiás studied. Through the analysis it was observed that the future price of the BM&FBOVESPA did not have much influence on the pricing of squares goianas studied. Among the cities analyzed, Jataí, Mineiros, Rio Verde and Santa Helena de Goiás, municipalities were the main transmitters in corn prices between locations studied. The analysis of the cointegration test indicated that the cash price of the municipalities analyzed and future price of corn BM&FBOVESPA, walked together, or had long-term equilibrium. The estimated optimal hedge ratio and its effectiveness through three different models (OLS, VAR and VEC) to obtain the most efficient model in helping to reduce risk and obtain the optimum amount in the negotiations in the futures markets. Among the models estimated the method of cointegrated series with the Engle-Granger error correction mechanism (OLS) showed the most efficient for the optimal choice of plot and risk reduction in the negotiations with futures contracts. Among the most squares evaluated showed good percentage of trading in futures contracts above 62%, except the city of Chapadão do Céu (49%). The municipalities of Morrinhos, Rio Verde, Santa Helena de Goiás and Acreúna presented the largest share good trading in futures contracts (70-74%). As for hedge effectiveness, the protection was minimal risk dissipated 51%, demonstrating that the transaction hedge is effective in all municipalities. The highest percentage of protection to price risk

(70-72%) was in Rio Verde, Jataí, Acreúna and Santa Helena de Goiás. The results showed that the hedging in futures markets is an important tool in reducing price risk for the productive chain of the locations studied corn.

Key Words: Market future, Hedging Strategies, Corn, State of Goias

1. INTRODUÇÃO

O estado de Goiás começou a apresentar aumento da produção agrícola a partir de meados dos anos 70, sobretudo, fomentado pelas políticas agrícolas do governo federal. Por conseguinte, o crédito subsidiado e a fixação de preço mínimo para as *commodities*, juntamente com rede de transporte, por meio de abertura de estradas e ampliação da capacidade armazenadora, viabilizaram a atividade agrícola (LOPES & CAIXETA FILHO (2000). Por meio desses aportes técnicos e financeiros, e posteriormente pela intensificação e difusão tecnológica do cultivo de grãos no cerrado, a região passou a fazer parte do cenário agrícola nacional.

Desta forma, o aumento significativo da produção de grãos na região ao longo dos anos, se deu pela correção do solo no cerrado, principalmente pelas pesquisas desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Assim, devido os avanços tecnológicos, o solo do cerrado, com elevada acidez e pobreza de nutrientes passou a ser apropriado ao cultivo dos grãos.

Dentre os cultivos de grãos na região destacam-se a soja e o milho. Atualmente, o estado de Goiás, ocupa a quarta posição no *ranking* da produção brasileira dos respectivos grãos. A produção de milho representou, aproximadamente, 9 % da produção nacional em 2010 (IBGE, 2011). O milho é um cereal muito importante no mercado brasileiro e por estar na base de diversas cadeias produtivas possui grande relevância pela quantidade de agentes que engloba em sua cadeia. O grão é uma fonte protéica importante na nutrição de animais como aves, suínos e bovinos.

Uma característica comum evidenciada no mercado de milho brasileiro, e que também não foge da realidade do mercado goiano, é que o produtor rural geralmente vende grande parte de sua produção assim que termina os trabalhos de colheita. Dentre as razões desta conduta incluem-se a descapitalização do produtor e também sua pouca familiaridade e desconhecimento dos mecanismos e estratégias de comercialização, atualmente praticados no mercado. Outro fator que influencia a baixa utilização de estratégias na comercialização do milho é a pequena capacidade de armazenamento da produção na propriedade (TONIN & ALVES, 2005).

Devido a importância da *commodity*² milho no cenário agrícola nacional, torna-se relevante estudar o comportamento do seu preço e formas alternativas de comercialização. Quanto às estratégias de comercialização, os mercados futuros são considerados como importantes instrumentos de gerenciamento de redução de riscos. Os agentes da cadeia produtiva do milho podem se beneficiar dessa ferramenta a fim de tomarem uma posição mais segura, por meio da compra e venda antecipada, dissipando incertezas de preços.

Diversas *commodities* brasileiras, como milho, soja, boi bordo, já foram objetivo de estudo em mercados futuros utilizando de estratégias de *hedge*. E dentre as principais estratégias destacam a análise da razão de *hedge* de mínima variância e efetividade de *hedge*. O presente estudo utiliza-se dessa estratégia de *hedge* baseando em três modelos diferentes, afim de obter o método mais eficiente no auxílio a tomada de decisão pelos agentes dos municípios goianos analisados nas negociações de contratos futuros de milho na BM&FBOVESPA. O estudo também analisa a direção da transmissão de preços entre a BM&FBOVESPA e os dez municípios goianos estudados e por meio do teste de cointegração verifica a relação de longo prazo entre os preços a vista e futuro analisados.

O presente trabalho analisou os contratos futuros de milho na BM&FBOVESPA e verificou se as estratégias de *hedge* em mercados futuros podem ser usadas como instrumento de gerenciamento de riscos de proteção aos preços pelos agentes da cadeia produtiva dos municípios goianos analisados. A análise das operações de *hedge* do milho na região contribui com informações relevantes nessa temática, auxiliando os agentes envolvidos nesse mercado a obter melhores resultados financeiros na comercialização do grão.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Analisar a razão ótima de *hedge* e sua efetividade para importantes municípios goianos produtores de milho no período jan/2005 a mar/2011, sob diferentes métodos econométricos de estratégias de *hedge*, com o objetivo de avaliar qual apresenta mais eficiente na minimização do risco.

² O termo *commodity* refere-se a uma mercadoria que possui padrão de qualidade uniforme e que são negociadas em Bolsas de Mercadorias por meio de contratos. Seu preço é formado em dólar e oscila diariamente por meio do equilíbrio entre a demanda e oferta global. Exemplos de *commodities* agrícolas: milho, soja e café.

1.1.2 Específicos

- a) Calcular a base e o risco de base para os preços do milho de dez importantes municípios produtores goianos;
- b) Analisar se há causalidade entre o preço à vista dos municípios goianos analisados e o preço futuro do milho praticado na BM&FBOVESPA;
- c) Analisar se há relação de longo prazo entre os municípios produtores e o preço futuro do milho praticado na BM&FBOVESPA.

1.2 Problema de Pesquisa

As operações de *hedge* na BM&FBOVESPA podem ser tomadas como instrumentos de gerenciamento e proteção de preço na comercialização do milho nos dez municípios produtores goianos analisados?

2. O AGRONEGÓCIO DO MILHO NO BRASIL E NO ESTADO DE GOIÁS

2.1 Características da cultura do milho

O milho é um cereal com ampla versatilidade de uso e diversidade de subprodutos oriundos de sua produção. O cereal possui grande relevância na alimentação animal, correspondendo com aproximadamente, 70% do custo de produção nesse setor. Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias do Milho (ABIMILHO, 2011), dentre as finalidades de consumo, mais de 68% se destina a alimentação de aves e suínos e apenas 1,44% ao consumo humano (Figura 1).

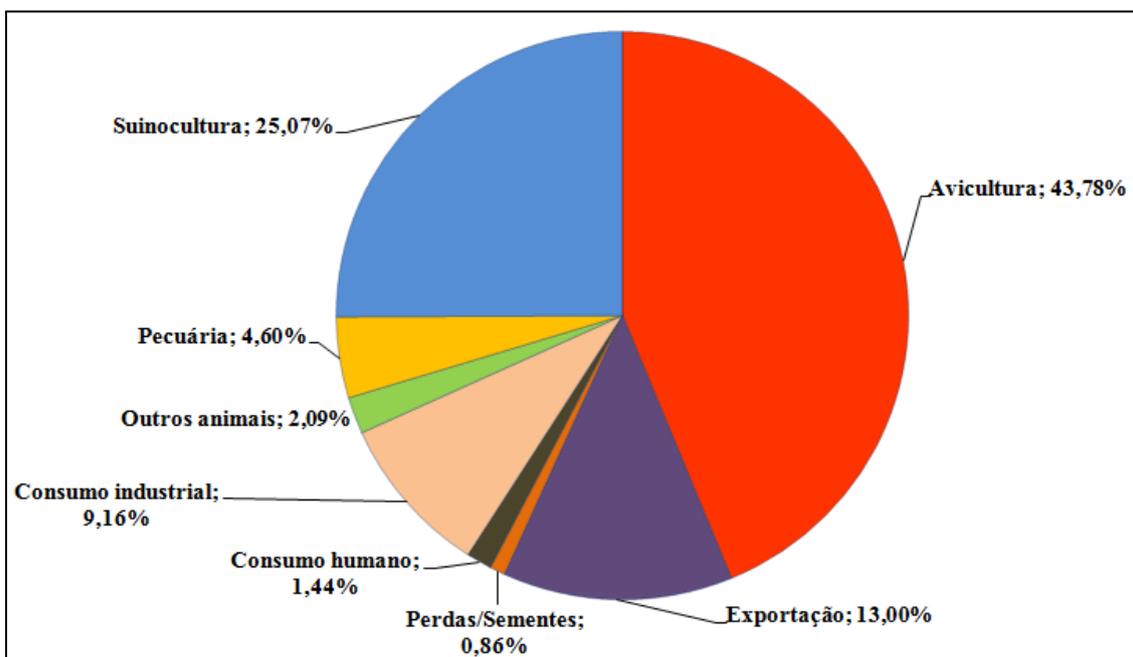


Figura 1: Principais finalidades da demanda do milho no Brasil.
Fonte: ABIMILHO (2011).

A implantação dos primeiros cultivos do milho no Brasil possuía finalidade de subsistência, com baixo nível tecnológico, e seu cultivo era frequentemente consorciado com a cultura do feijão. A partir de 1960, a cultura passou a adotar técnicas de cultivo mais mecanizado e o milho passou a ser cultivado em áreas maiores. Atualmente, o milho tem sido desenvolvido por melhores técnicas de cultivo, contribuindo para o aumento significativo da qualidade e da produtividade do produto nacional (PONCIANO *et al.*, 2003).

No Brasil, a maioria das regiões do país consegue desenvolver duas safras de milho ao ano (safra e safrinha), sendo que algumas regiões conseguem desenvolver três safras/ano. A produção do milho se destaca em regiões com boas condições climáticas, como temperaturas quentes ao dia e amenas durante a noite e grande quantidade de água (BRUM & LUFT, 2008).

A cultura do milho é concorrente da cultura da soja. Geralmente o cultivo ocorre da seguinte forma; primeiramente as duas culturas concorrem por aéreas e após a safra em áreas plantadas por soja é cultivado o milho safrinha, trazendo bons resultados de conservação para o solo e um melhor aproveitamento da terra (TONIN & ALVES, 2005).

2.2 Caracterização da produção do milho no Brasil

O milho constitui um dos principais grãos brasileiros em termo de volume produzido. Atualmente o Brasil ocupa a terceira posição mundial na produção, atrás apenas dos EUA e China. Na safra 2009/2010 os EUA, a China e o Brasil, produziram 333,0; 155,0 e 53,2 milhões de toneladas, respectivamente (USDA, 2010).

O segmento agrícola do milho é caracterizado por diversos sistemas produtivos e por variados tamanhos de propriedades e tecnologias implantadas. A produção vai desde pequenas áreas com predomínio de agricultores familiares, que plantam o cereal com a finalidade de alimentar os animais de sua propriedade e o cultivo em médias e grandes áreas com escala comercial. O cultivo do milho safrinha, que são plantios consecutivos ao cultivo da soja e do feijão na safra de verão, são tradicionais nos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e São Paulo.

Conforme os dados da Tabela 1, a região Sul se destacou como principal região no cultivo do milho na 1ª safra e a região Centro-Oeste na 2ª safra. O estado do Paraná teve a maior participação da produção nas duas safras e Mato Grosso teve uma produção significativa na safrinha.

Tabela 1: Produção, área e produtividade do milho no Brasil, regiões e principais estados produtores – Safra 2008-2009.

Região	1ª safra (safra de verão)			2ª safra (safrinha)			Total		
	Produção (mil ton.)	Área (mil ha.)	Produtivi- dade (kg/ha.)	Produção (mil ton.)	Área (mil ha.)	Produtivi- dade (kg/ha.)	Produção (mil ton.)	Área (mil ha.)	Produtivi- dade (kg/ha.)
NORTE	1.105,30	481,40	2.296	142,30	40,00	3.556	1.247,50	521,40	2.393
NORDESTE	4.180,50	2.724,10	1.535	461,90	305,90	1.510	4.642,40	3.030,00	1.532
SUDESTE	9.852,50	1.951,70	5.048	1.082,50	302,00	3.584	10.935,00	2.253,70	4.852
Minas Gerais	6.367,50	1.259,40	5.056	176,00	31,00	5.677	6.543,50	1.290,40	5.071
São Paulo	3.367,70	646,40	5.210	906,50	271,00	3.345	4.274,20	917,40	4.659
SUL	14.036,10	3.324,50	4.222	4.578,60	1.514,10	3.024	18.614,80	4.838,60	3.847
Paraná	6.522,10	1.268,90	5.140	4.578,60	1.514,10	3.024	11.100,80	2.783,00	3.989
CENTRO- OESTE	4.480,50	788,80	5.680	11.083,70	2.739,30	4.046	15.564,10	3.528,10	4.411
Goiás	3.202,00	538,60	5.945	1.696,90	371,40	4.569	4.898,90	910,00	5.383
Mato Grosso	530,70	131,30	4.042	7.551,00	1.509,30	5.003	8.081,70	1.640,60	4.926
Mato Grosso do Sul	501,80	84,70	5.925	1.810,10	853,8	2.120	2.311,90	938,50	2.463
BRASIL	33.654,90	9.270,50	3.630	17.349,00	4.901,30	3.540	51.003,80	14.171,80	3.599

Fonte: CONAB (2011).

Apesar do cultivo safrinha ser mais suscetível a riscos climáticos, como geadas e veranicos pela ausência de chuvas em longos períodos, os produtores da região Centro-Oeste tem ampliado esse cultivo com a finalidade de fugir das instabilidades do mercado, pois nesse período a oferta do cereal é menor e a possibilidade de maior lucro com a venda da produção é maior. O cultivo da 2ª safra tem a vantagem de aproveitar a mesma área que foi utilizada na safra de verão e o plantio apresenta menor custo de produção por aproveitar resíduo de fertilizantes deixados pela cultura antecedente e também por oferecer menor incidência de pragas (BATISTELLA, 2006).

De acordo com Caldarelli & Bacchi (2010), a expansão do milho na segunda safra no Centro-Oeste está fortemente relacionada com a expansão da soja na região, com a rotação da cultura e a necessidade de ocupação do solo. Desta forma, o fato do milho safrinha suceder o plantio da soja, a fronteira do país ocupada pela soja é a mesma fronteira agrícola ocupada pelo milho.

No contexto do rendimento médio da produção na safra 2008-2009, a produtividade média brasileira foi 3,59 ton. por hectare (total da 1ª e 2ª safra). As regiões Norte e Nordeste apresentaram produtividade abaixo da média nacional, com 2,39 e 1,53 T/ha, respectivamente. O rendimento médio (T/ha) das regiões Centro-Oeste (4,41), Sudeste (4,85) e Sul (3,84) foram acima da média brasileira. Os estados brasileiros com maior produtividade (T/ha) foram Goiás (5,38), Minas Gerais (5,07), Mato Grosso (4,92) e São Paulo (4,65) (CONAB, 2011).

Na região Centro-Oeste os estados que mais contribuíram para o aumento da produção (2003-2010) foram Mato Grosso e Goiás, com destaque ao crescimento significativo do estado de Mato Grosso. Mato Grosso do Sul apresentou crescimento na produção, mas em alguns períodos apresentou oscilações, de queda e aumento da produção e o Distrito Federal, apesar de não apresentar uma produção significativa, obteve crescimento na produção no período analisado (Figura 2).

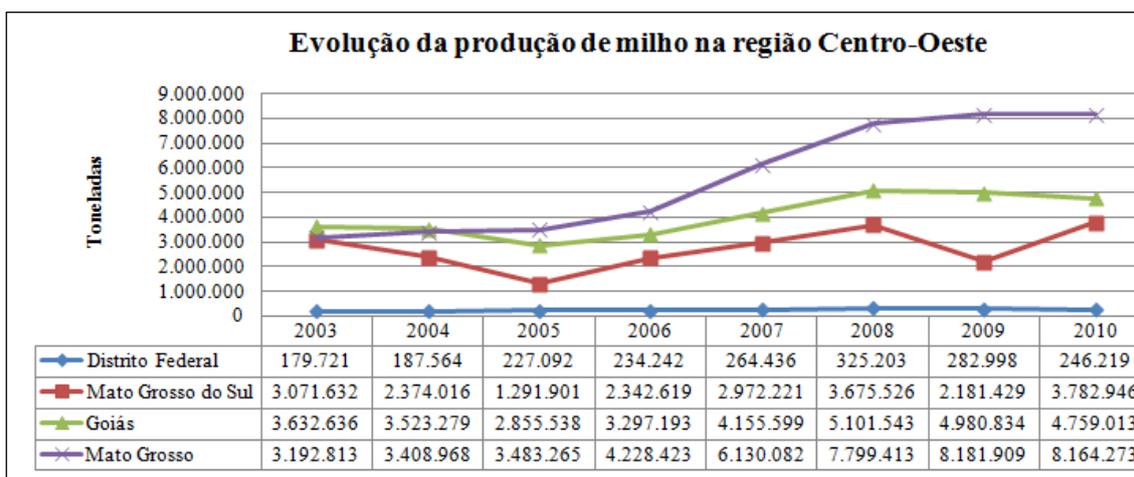


Figura 2: Evolução da produção de milho na região Centro-Oeste.
 Fonte: Dados do IBGE (2011). Elaborado pelo autor.

O aumento da produtividade da região Centro-Oeste só foi possível devido a adoção de tecnologias avançadas, a exemplo do plantio direto, da correção e fertilização adequada do solo, uso crescente de sementes melhoradas, técnicas de manejo adequado para evitar plantas daninhas, doenças e pragas. A utilização de híbridos e de plantas geneticamente modificadas (GMs) também contribuiu para o aumento da produtividade.

É importante destacar que a agricultura no Centro-Oeste já surgiu com visão empresarial diferentemente da região Sul do país. Na parte central do Brasil predominou o cultivo com larga escala, nível de mecanização e tecnologias mais modernas superiores aos da região Sul. Esses aspectos relacionados à condição climática favorável à cultura do milho foram muito importantes para o aumento da produtividade e do baixo custo de produção da região Centro-Oeste (SOLOGUREN, 2004).

De acordo com Tsunehiro *et al.* (1996) citado por Sousa *et al.* (1998), as diferenças de produtividade entre os estados brasileiros estariam associadas a formas distintas de produção e adoção de tecnologias entre as regiões e fundamentam-se nos seguintes fatores; a) adoção de tecnologias (sementes selecionadas e fertilizantes) b)

tipo de cultivo; como simples, associado ou outro tipo, c) distribuição da área colhida segundo estratos de tamanho.

A produção de milho brasileira é caracterizada por um sistema agroindustrial que envolve diversos segmentos relacionados aos elos antes, dentro e pós-porteira (propriedade rural). Os tópicos abaixo especifica cada elo do sistema agroindustrial do milho com seus vários segmentos.

- **Antes da porteira ou a montante:** São os fornecedores de insumos e serviços como: máquinas, implementos, defensivos, fertilizantes, corretivos, sementes, tecnologia, financiamento;
- **Dentro da porteira:** é o conjunto de atividades desenvolvidas dentro das unidades produtivas (fazendas), que envolve o preparo e manejo de solos, tratos culturais, irrigação, colheita e outras.
- **Depois da porteira ou a jusante:** são atividades de armazenamento, beneficiamento, acondicionamento, industrialização, embalagens, distribuição, consumo de produtos alimentares, fibras e outros.

A Figura 3 apresenta o sistema agroindustrial do milho brasileiro com seus vários segmentos.

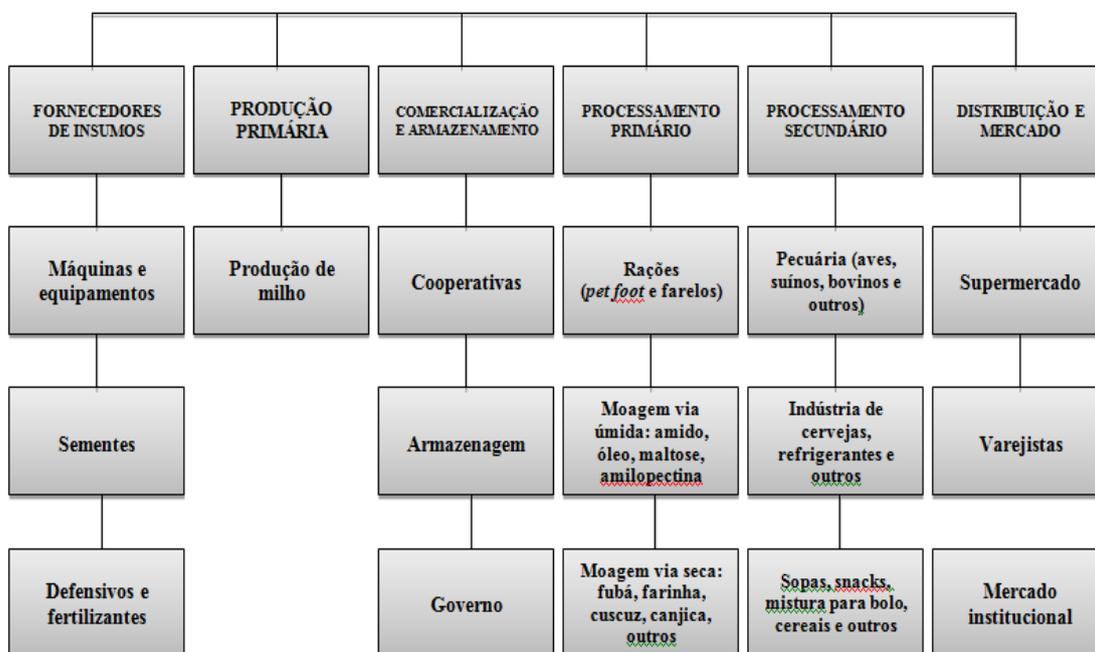


Figura 3: Sistema Agroindustrial do Milho - Brasil

Fonte: Ponciano *et al.* (2003).

A maioria dos agentes envolvidos no sistema agroindustrial do milho do Brasil se encontra no segmento pós-porteira (processamento, comercialização e distribuição) como as cooperativas, os armazéns, o Governo e as agroindústrias processadoras.

As agroindústrias processadoras são responsáveis pelo processamento da matéria-prima, como indústrias de rações, de moagem úmida (amido, germe e farinha de milho) e a seco (fubá comum ou mimoso, milho desolhado, quirera e farelos). Os subprodutos do primeiro processamento passam por novos processos e abastecem os segmentos da pecuária (aves, suínos e bovinos), indústrias de cervejas e outros. A distribuição relaciona com o consumidor final, atacado e varejo, mercado interno e externo.

No tocante ao governo, o complexo agroindustrial do milho diferentemente da soja, depende do mesmo na formação de preços. O Governo atua no mercado pelas expectativas de aquisições e desova dos estoques. O complexo também possui uma maior dependência de políticas públicas, como os Empréstimos do Governo Federal (EGF) e Aquisições do Governo Federal (AGF), diferentemente, do sistema agroindustrial da soja que é guiado pelas condições de mercado (MAPA, 2007).

Outro ponto importante a ser destacado, é que o milho é basicamente consumido no mercado interno e que este não possui uma inserção maior no mercado internacional devido ao grande aumento da produção de carnes, principalmente aves, tornando a produção nacional praticamente incapaz de gerar excedentes. O processo de exportação do milho se dá na forma de valor agregado: aves e suínos, sendo estas as vantagens competitivas do sistema (SOUSA *et al.*, 1999).

As projeções mostram que o Brasil possui grandes oportunidades de aumentar a produção de milho e ampliar sua participação no mercado internacional, devido ao latente crescimento da demanda mundial de milho. Mas, Caldarelli & Bacchi (2010), discutem que são necessárias três condições para que essas estimativas possam acontecer. a) Melhorias no processo de logística brasileiro, principalmente as relacionadas com o mercado externo, b) Aumento da disponibilidade de capital e acesso a créditos, pois o cultivo do milho brasileiro apresenta alta heterogeneidade na questão de aplicação de capital e difusão de tecnologia e, c) Maior interação entre os elos da cadeia, melhoria na coordenação das atividades, na organização dos segmentos e nas estruturas de governança. Todos esses fatores dependem de mudanças nas políticas de infra-estrutura e de apoio a atividade agrícola, ao crédito e a pesquisa.

2.3 Caracterização da produção do milho em Goiás

Por meio da disponibilidade de terras, condições favoráveis do clima e seu alto potencial na produção de grãos, o estado de Goiás passou a se destacar no cenário nacional na produção de milho e soja. Em 2009, Goiás ocupou a quarta posição nacional na produção de milho e se destacou com a maior média nacional em produtividade, superando os estados tradicionais de cultivo, Paraná e Minas Gerais (IBGE, 2011).

A produtividade do estado está relacionada à tecnificação da produção goiana e à grande verticalização da indústria de carnes, além da ampliação do parque industrial na região (CALDARELLI & BACCHI, 2010). Na última década, Goiás apresentou crescimento nas duas safras cultivadas de milho (1ª e 2ª safra), mas o cultivo safrinha (2ª safra) apresentou crescimento mais significativo. Pelo o que pode ser observado no Figura 4, a área colhida do milho safrinha ultrapassou o cultivo de verão (1ª safra) em 2010.

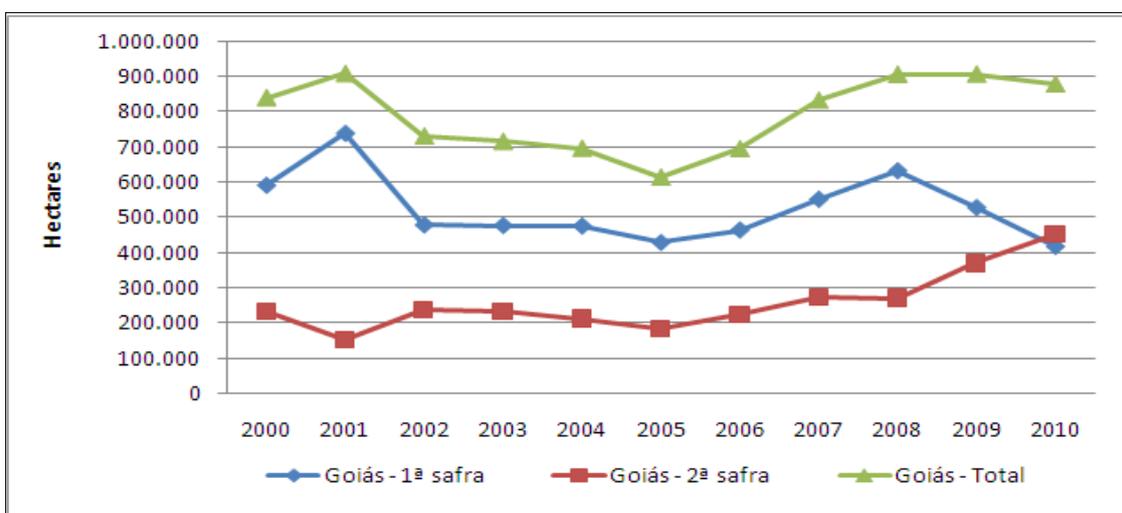


Figura 4: Evolução da área colhida (1ª e 2ª safra) de milho em Goiás, 2000 a 2010.

Fonte: Dados do SEPIN/SEPLAN-GO (2011).

Elaborado pelo autor.

A produção do cereal no estado apresentou uma taxa geométrica de crescimento (TGC) de 3,48% no período de 2000 a 2010 e a microrregião Sudoeste de Goiás, região de maior produção, o crescimento foi de 4,80%. Dentre os municípios goianos de maior produção se destacam Jataí, Rio Verde, Chapadão do Céu e Montividiu, que em 2010, apresentaram aproximadamente 37,42% da produção estadual (Figura 5).

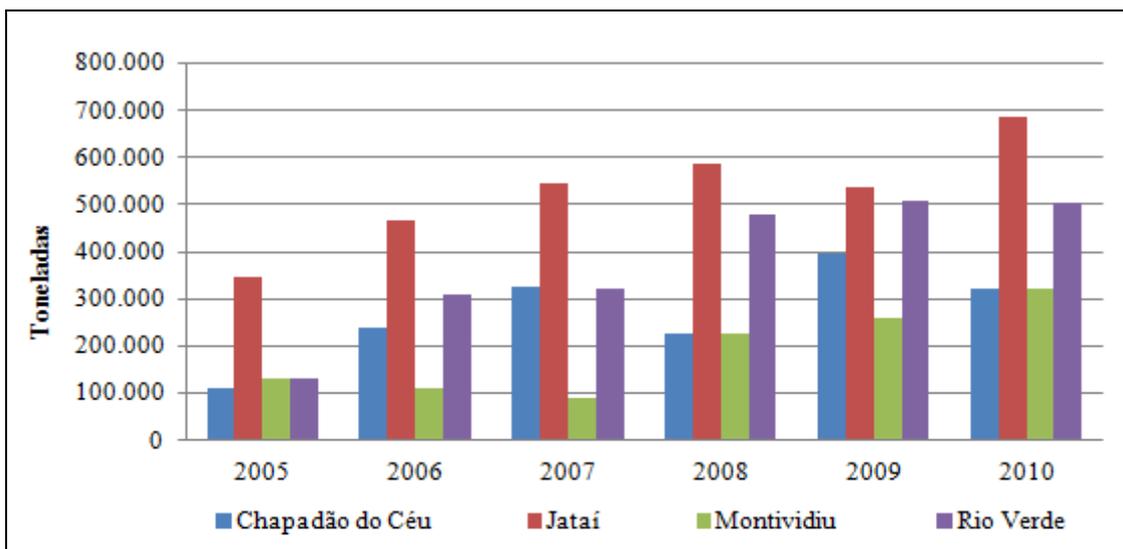


Figura 5: Evolução da produção de milho nos principais municípios produtores do Estado de Goiás. Fonte: Dados do SEPIN/SEPLAN-GO (2011).

Elaborado pelo autor.

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) projetaram o cenário de dez anos (2004/2005 a 2014/2015) na demanda de milho dos principais estados brasileiros, tomando como base o crescimento da produção animal, principalmente a expansão da avicultura de corte e da suinocultura. Para o estado de Goiás foi estimado um crescimento de 69,8% no consumo de milho na região, considerando apenas a avicultura de corte e a suinocultura.

Pelas estimativas do MAPA a área cultivada com milho na safra de verão no estado deverá crescer a um ritmo de 4,8% ao ano, saltando de 427 mil hectares, registrados na safra 2004/2005, para 684 mil hectares, projetados para 2014/2015 e o ritmo de crescimento da produtividade média também deverá ser elevado, considerando que o estado de Goiás já registra um dos maiores níveis de rendimento por hectare. A área cultivada com milho-safrinha em Goiás também apresentou crescimento, saltando de 183 mil hectares, registrados na safra 2004/2005, para 320 mil hectares, projetados para 2014/2015 (MAPA, 2007).

O estado juntamente com toda área central brasileira depara com uma grande capacidade produtiva em grãos e as expectativas são de aumento da produção, mas o que tem sido observado é uma grande defasagem no sistema de transporte e armazenagem, dificultando o fluxo de mercadorias, implicando em elevação dos preços dos produtos. Os produtores de grãos do Centro-Oeste possuem dificuldades de abastecer regiões mais distantes como a região Nordeste do Brasil.

O estado tem necessitado de investimentos principalmente no setor logístico que possibilitaria melhoria no escoamento da produção. A grande maioria da produção é escoada por caminhões e os altos custos de fretes e manutenção dos veículos têm reduzido a lucratividade dos produtores. As parcerias público-privada em investimentos de infra-estrutura básica permitiriam o melhoramento da logística e amenizariam os problemas com os altos custos dos fretes, que são atualmente considerados os mais onerosos gastos dos principais elos envolvidos no escoamento da produção brasileira (SOUZA *et al.*, 1998).

2.4 A formação de preço do milho no mercado brasileiro

A formação do preço do milho no mercado brasileiro se fundamenta na lei da oferta e demanda. Os desequilíbrios entre a quantidade ofertada e demandada (volatilidade dos preços) do cereal ocasionam variações inesperadas nos preços que podem comprometer a rentabilidade dos produtores e todos os elos que utilizam o milho como matéria-prima (BATISTELLA, 2006). Se a oferta for maior que a demanda, ocasiona a queda nos preços e com isso os produtores acabam saindo prejudicados com a venda do produto. Caso contrário, com a oferta menor que a demanda, os preços sobem e dessa forma, as agroindústrias processadoras que utilizam do cereal como matéria-prima, a exemplo da produção de aves e suínos, aumentarão seus gastos com a aquisição do produto, e com isso, o produto final chegará aos consumidores com preços mais elevados.

A oferta do milho, como qualquer outra *commodity* agrícola, depende de fatores que apresentam certa imprevisibilidade, como os fatores climáticos (período prolongado de estiagem, chuva em excesso, pragas e doenças) e de disponibilidade de recursos tecnológicos que afetam diretamente na produtividade. No lado da demanda, as oscilações podem ser causadas por mudanças na política econômica do governo, alterações nos níveis de renda e hábitos de consumo dos consumidores (GAIO *et al.* 2005).

Outro fator que tem interferido na formação dos preços do milho no Brasil nas últimas décadas, relacionado a oferta, é o aumento da produção do milho safrinha. Com efeito, enquanto na safra (1989/1990), a participação do milho safrinha correspondia 2% da produção total nacional, em 2008/2009, totalizou 33,32%. Uma das consequências direta desse crescimento é o alongamento do perfil da oferta ao longo do ano,

contribuindo com uma menor dispersão dos preços e menores custos no carregamento de estoques (CALDARELLI & BACCHI, 2010).

A formação dos preços e o processo de comercialização do milho no mercado interno brasileiro apresentam peculiaridades, pois no cenário nacional, os preços no Sul e Sudeste são mais elevados, por serem regiões de elevado consumo do cereal e no Centro-Oeste, em média são mais baixo, pois a oferta do produto é maior que a demanda (BATISTELLA, 2006).

Para Caldarelli & Bacchi (2010), baseado em Chiodi (2006) que investigou a relação de integração dos preços do milho entre os principais estados produtores do Brasil, a formação de preços do milho no Brasil é fortemente influenciada pelas cotações do Paraná, São Paulo e Minas Gerais, estados que estão interligados com os demais estados brasileiros.

A formação de preço do milho no mercado brasileiro até a década de 1990 era praticamente influenciada por fatores internos, como a volatilidade da oferta e da demanda e participação do governo através de políticas específicas e de compra e desova de estoques, entretanto após essa década, por meio da abertura econômica, o comportamento dos preços domésticos do milho passou a ser influenciado pelo movimento das cotações internacionais (SOUSA *et al.*, 2010).

O processo de globalização e exposição dos países produtores às turbulências internacionais, a exemplos da crescente demanda de milho para a produção de etanol nos Estados Unidos e à elevação das importações pela China, tem feito com que os produtos agrícolas domésticos sofressem maior influência dos preços externos. Dessa forma, o produtor interno, dependendo do comportamento das condições do cenário internacional, pode lidar com situações de ganhos, em ocasiões de alta de preços, ou perdas, caso os preços estejam em baixa (SANTOS *et al.*, 2007).

Com relação a influência do mercado externo sobre os preços domésticos de milho brasileiro, Santos *et al.* (2007), estudaram a relação de causalidade entre o preço do milho no mercado internacional e o preço recebido pelo produtor doméstico no período de janeiro de 1996 a julho 2006. Os autores concluíram por meio do teste de causalidade de Granger que existiu relação unidirecional entre os preços analisados no período, ou seja, o preço do milho no mercado internacional teve influência na formação dos preços recebidos pelos produtores domésticos. Segundo os mesmos autores, a intensificação da provável influência do preço internacional do milho sobre o

preço recebido pelos produtores domésticos, aconteceu a partir de 2001, quando houve um aumento das exportações de milho pelo Brasil.

Com o aumento da influência do mercado externo na formação dos preços domésticos do milho e pelas imprevisibilidades do cultivo agrícola nacional, torna-se necessário acompanhar mais de perto as informações do mercado interno e externo e buscar melhores estratégias de comercialização, a exemplo dos mercados futuros, para que os agentes da cadeia produtiva de milho se beneficiem nas transações negociadas com a *commodity*.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Mercados futuros agropecuários no Brasil

Os produtores, quando planejam sua produção, vêm diante da incerteza dos preços que obterão na época da colheita. Da mesma forma, um processador que apesar de saber a quantidade necessária de determinado produto, este não sabe quanto terá de despender para adquiri-lo. A incerteza a respeito do preço futuro da mercadoria foi o motivo que levou as negociações para entrega futura em mercados futuros (AGUIAR, 2003).

Mercados futuros são mercados onde se negociam contratos, compromissos de compra e venda de um produto específico, a um determinado preço no futuro. Esses mercados funcionam como uma garantia, tanto para o produtor rural quanto para a indústria processadora em operações de *hedge* de preço, eliminando incertezas de preços na época da comercialização da safra (MARQUES *et al.*, 2006).

Os contratos futuros são negociados em Bolsa de Valores, sendo necessário que esta defina cuidadosamente a natureza precisa do que estão sendo negociados, quais procedimentos deverão ser seguidos e as normas que prevalecerão no mercado. Cada contrato há um período dentro do qual as entregas podem ser realizadas, bem como procedimentos de liquidação bem definidos. Um dos papéis da Bolsa é organizar as negociações de forma que não ocorra inadimplência (HULL, 2005).

A determinação dos preços no mercado futuro ocorre por meio de interações entre a oferta e demanda de contratos futuros. Este mercado está diretamente ligado ao comportamento do mercado físico, pois depende de expectativas que os agentes têm para comercialização futura (SILVA *et al.*, 2003).

Para garantir antecipadamente um preço futuro para a mercadoria vendida ou comprada (seguro de preço através da transferência de risco), os agentes assumem as seguintes posições (MARQUES *et al.*, 2006):

- *Hedge* de compra (*long*): o comprador fixa o preço de sua matéria-prima para evitar oscilações imprevistas na sua margem operacional.
- *Hedge* de venda (*short*): o vendedor fixa o preço de venda de sua mercadoria para cobrir seu custo de produção e sua margem de lucro.

Os principais agentes operadores no mercado futuro são: *hedger* que negocia os mercados, físico e futuro e o especulador que negocia apenas no mercado futuro e aceita

o risco de variação de preços. Outro participante importante são os arbitradores. Estes buscam obter lucro sem risco, através de transações simultâneas em dois ou mais mercados. Os arbitradores possuem papel fundamental nos mercados futuros, pois a medida que buscam lucros imediatos, promovem o equilíbrio entre os preços físicos e futuros e contribuem para a convergência do preço futuro de um contrato para o preço físico do ativo negociado, na data de vencimento do contrato (BATISTELLA, 2006).

Os agentes (produtores, processadores e agroindústrias) ao atuarem nesse tipo de mercado buscam minimizar variações bruscas de preços, aumentar a competitividade no mercado, servir como instrumento de garantia em operações de financiamentos e como instrumento de informação acerca de preços futuros e transferência de riscos (BATISTELLA, 2006).

A operação de *hedge* consiste basicamente em amenizar administração de riscos. Segundo Hieronymus (1977) citado por Batistella (2006) existem três conceitos diferentes para uma operação de *hedge*. O primeiro trata da operação como sendo uma tomada de posição em um mercado futuro igual e oposta a uma existente no mercado à vista. O segundo refere-se ao *hedge* como a ação de proteger as atividades de um agente das especulações de nível de preço, mantendo a oportunidade de especular com a variação da base. E por último, relata que praticar o *hedge* é usar contratos futuros para administrar a exposição ao risco entre commodities de forma a garantir a maximização e/ou manutenção dos lucros a níveis que garantam a preservação e expansão do capital.

Apesar da importância dos mercados futuros, o que tem se observado no Brasil é uma pequena participação das *commodities* agropecuárias no volume negociado na BM&FBOVESPA. Enquanto na Chicago Board of Trade (CBOT), Bolsa Americana, as *commodities* agrícolas correspondem a 30% do total negociado, na BM&FBOVESPA esse volume é inferior a 1%. Essa diferença indica que há um grande potencial de desenvolvimento no mercado futuro brasileiro e que maiores incentivos devem ser dados aos agentes que negociam *commodities*, mostrando que os riscos e as incertezas quanto aos preços são amenizados quando se negociam de forma segura em mercados futuros (AZEVEDO, 2007).

3.2 Contratos futuros agropecuários

Atualmente na BM&FBOVESPA (Bolsa de Mercadorias & Futuros) brasileira, são negociados cinco tipos de contratos futuros em relação às *commodities*

agropecuárias: boi gordo, álcool, soja, café e milho. Os contratos são negociados em unidades padronizadas e em meses preestabelecidos.

Os contratos futuros negociados na Bolsa devem ser padronizados (data de vencimento, qualidade da mercadoria, pontos de entrega, etc.) para que ao transacionarem na bolsa os agentes saibam exatamente todas as especificações do contrato sem necessidade de vistoria. Os contratos são impessoais e homogêneos, ou seja, os compradores e vendedores não se conhecem e os acertos financeiros são procedidos pela Câmara de Compensação (SILVA *et al.*, 2003).

O objetivo dos contratos é estabelecer todas as condições da transação, pois a padronização é fundamental para dar liquidez ao mercado. O único item não estabelecido pela Bolsa é a cotação dos contratos, que são determinados por meio de livre negociação entre vendedores e compradores de contratos (AGUIAR, 2003).

Apesar de não interferirem na formação do preço, as Bolsas estabelecem, nos contratos, um limite para as variações diárias das cotações. Este limite se justifica para impedir flutuações muito bruscas das cotações em face aos boatos ou aos fatos relevantes e para reduzir o risco de inadimplência do sistema (AGUIAR, 2003).

Dentre as diferentes formas de liquidação dos contratos futuros, com entrega física da mercadoria, por operação contrária (fazendo um *hedge* contrário ao que foi estabelecido inicialmente) ou por procedimento financeiro, a liquidação mais comum é a por diferença. Nesse caso, aquele que inicialmente estava na posição vendida, compra número igual de contratos da mesma natureza, para entrega no mesmo mês de vencimento, e o que estava comprado, vende para liquidar compra o mesmo número de contratos.

Nos mercados futuros menos de 3% dos contratos resultam na entrega da mercadoria, a maior parte é cancelada antes da data de entrega por meio da compra de um contrato idêntico ao anterior, o que permite a transferência do dever de entrega da mercadoria ao comprador do contrato específico (AZEVEDO, 2007).

É importante salientar que nos contratos futuros, o comprador se obriga a pagar por uma compra efetuada enquanto o vendedor se obriga a vender (não a entregar um produto) de acordo com uma operação já realizada. Basicamente, nesses contratos, ao contrário do mercado a termo, não se tem a intenção primária de entrega efetiva da mercadoria pelo vendedor (MARQUES *et al.*, 2006).

Outra característica dos contratos futuros que diferenciam dos contratos a termo são os ajustes diários, que são mecanismos que consistem no crédito ou débito diário de

valores das contas dos compradores e vendedores com base na oscilação diária dos preços no mercado futuro da *commodity* negociada. Esse mecanismo faz com que o contrato futuro seja diariamente ajustado em vez de uma só vez na data de vencimento, quando grandes diferenças podem acarretar inadimplência. No final de cada pregão, o ganho ou perda do investidor será creditado ou debitado em sua conta margem, trazendo o valor do contrato de volta a zero. É como se o contrato fosse fechado e reaberto com novo preço a cada dia (HULL, 2005).

3.2.1 O contrato futuro do milho

O contrato futuro de milho foi lançado na BM&F em 1996, com cotação em dólares. Com os contratos negociados em dólares, o número de contrato futuro de milho comercializado na Bolsa era pouco expressivo. Por meio da alteração da unidade de negociação de dólares para reais, o volume de contratos agropecuários negociados na Bolsa, dentre os quais o milho, passou a ser mais significativo (BM&F, 2005).

A mudança da cotação de US\$/saca para R\$/saca foi muito favorável para o aumento da liquidez do mercado, que é um dos fatores necessários para o cumprimento dos mercados futuros na proteção contra as oscilações de preços e criar um ambiente mais propício para as negociações de contratos futuros de milho (TONIN *et al.*, 2009).

Para Batistella (2006), a existência de um mercado futuro interno, cotado em moeda nacional, contribui para o aumento da dinâmica de comercialização da *commodity* milho e as perturbações da volatilidade da taxa de câmbio não mais seriam transmitidas para os preços do contrato.

Com relação ao contrato futuro de milho, percebeu-se um aumento gradativo do número de contratos negociados na Bolsa brasileira, principalmente a partir de 2002, mas apesar do expressivo aumento no número de contratos negociados, a porcentagem comercializada nesse tipo de mercado não ultrapassou 17,68% da produção brasileira de milho, no período de 2000 a 2010. Em 2010, o volume comercializado na Bolsa foi de 17,55% da produção nacional de milho (Tabela 2).

Tabela 2: Volume de contratos futuros de milho negociados na BM&FBOVESPA em relação à produção brasileira – 2000 a 2010.

Ano	Nº de contratos negociados na BM&FBOVESPA	Volume negociado (mil ton.)	Produção Brasil (mil ton.)	% Produção comercializada na bolsa
2000	8.084	218	31.641	0,69
2001	4.701	127	42.290	0,30
2002	16.616	449	35.267	1,27
2003	43.902	1.185	47.411	2,50
2004	49.588	1.339	42.129	3,18
2005	74.505	2.012	35.007	5,75
2006	135.189	3.650	42.515	8,59
2007	186.124	5.025	51.370	9,78
2008	384.129	10.371	58.652	17,68
2009	264.374	7.138	51.004	14,00
2010	364.045	9.829	56.018	17,55

Fonte: Dados da BM&FBOVESPA e CONAB, baseado em Batistella (2006).

As principais justificativas pelos produtores sobre a baixa utilização do mercado futuro em suas negociações referem ao desconhecimento do mercado, acham a negociação nesse tipo de mercado cara e arriscada, de difícil acesso a informação e com alta burocracia envolvida nas negociações (CRUZ JUNIOR *et al.*, 2011).

O Quadro 1 apresenta o resumo das especificações do contrato futuro de milho, negociados na BM&FBOVESPA.

Quadro 1: Resumo das especificações do contrato futuro de milho na BM&FBOVESPA.

ITEM	DESCRIÇÃO
Objeto de negociação	Milho em grão a granel, amarelo, de odor e aspectos normais, em bom estado de conservação, livre de bagas de sementes prejudiciais, de insetos, em condições adequadas de comercialização e próprio para consumo animal. Máximo de 14% de umidade, 1% de impurezas na peneira 3mm, 6% de grãos ardidos, brotados ou mofados e 12% de grãos quebrados, partidos ou chochos.
Unidade de negociação	450 sacas de 60 quilos líquidos cada (27 toneladas métricas de milho em grão a granel).
Cotação	Reais por saca de 60 quilos líquidos, livre de ICMS.
Meses de Vencimento	Janeiro, Março, Maio, Julho, Agosto, Setembro e Novembro.
Data de negociação e último dia de negociação	Dia 15 do mês de vencimento. Se nesse dia for feriado ou não for dia de pregão na Bolsa, a data de vencimento será o dia útil subsequente.
Liquidação no vencimento	As posições que não forem encerradas em pregão até o último dia de negociação, serão liquidadas pela BM&FBOVESPA na data de vencimento, mediante o registro de operação de natureza (compra ou venda) inversa a da posição, na mesma quantidade de contratos, pelo preço calculado de acordo com a fórmula específica da Bolsa (www.bmfbovespa.com).
Margens de garantia	Será exigida margem de garantia de todos os comitentes com posição em aberto, cujo valor será atualizado diariamente pela Bolsa, de acordo com os critérios de apuração de margem para contratos futuros.
Ajustes diários	As posições em aberto, ao final de cada pregão, serão ajustadas com base no preço de ajuste do dia, determinado segundo regras estabelecidas pela Bolsa, com movimentação financeira no dia útil subsequente.
Custo operacional	Taxas de emolumentos, de registro e de permanência, apurados conforme cálculo estabelecido pela Bolsa.

Fonte: BM&FBOVESPA (2011).

Destaca-se ainda, que o contrato é liquidado conforme indicador de preço de milho disponível em Campinas/Esalq/BM&FBOVESPA. Atualmente o contrato futuro de milho apresenta apenas liquidação financeira, sem a condição de entrega física do produto.

O contrato futuro de milho é negociado em pregão eletrônico. Os preços são definidos pelo mercado de acordo com a maior ou menor oferta/demanda do produto. As operações do mercado são ajustados diariamente, favorecendo a entrada e saída do mercado futuro a qualquer momento. Por meio das operações de compra e venda, toda a cadeia produtiva de milho pode garantir os preços futuros e assegurar as respectivas margens de lucro (BM&FBOVESPA, 2011).

3.3 Base e risco de base

À medida que se trabalha com mercados futuros agropecuários, percebe-se que os preços numa determinada região podem ser diferentes dos preços nos mercados futuros. Essa diferença é conhecida como base (TONIN & ALVES, 2005).

A base é a diferença entre o preço de uma *commodity* na região onde o *hedger* se encontra e o valor negociado na bolsa de mercadorias e futuros. O cálculo da base é obtido por meio da seguinte equação 1:

$$b_1 = S_1 - F_1 \quad (1)$$

Onde:

- b_1 = base na data t_1 ;
- S_1 = preço *spot* (físico) na data t_1 ;
- F_1 = preço futuro na data t_1 .

O fortalecimento da base ocorre quando o preço físico local sobe mais que o preço futuro ($S_1 > F_1$) e seu enfraquecimento quando o preço futuro sobe mais que o preço físico local ($S_1 < F_1$). Costuma-se dizer que a base enfraquece quando torna-se mais negativa e fortalece quando torna-se mais positiva (HULL, 2005). O fortalecimento da base é favorável a quem está na posição vendida (*short*) e desfavorável para quem está na posição comprada (*long*). Quando ocorre o enfraquecimento da base, quem se encontra na posição vendida é ruim e bom para quem se encontra na posição comprada (BOTELHO FILHO & SOUZA JÚNIOR, 2006).

A equação 1 revela a base em determinado período. É interessante ter uma média da base para cada vencimento do contrato futuro, diminuindo assim a quantidade de dados e facilitando a análise. A equação 2 apresenta a base média geral (FONTES *et al.*, 2005):

$$b_{MédiaG} = \frac{1}{n} \sum_n^{1} bt, T \quad (2)$$

Sendo:

- $b_{MédiaG}$ é o valor da base média para o mês de vencimento (T);
- bt, T é igual ao valor da base no período t , para (T);
- n é igual ao número de bases encontradas no (T).

Dois fatores principais são responsáveis pela formação da base. O primeiro se baseia na diferença do preço à vista onde o *hedger* se encontra e os pontos de entrega do ativo, relacionado principalmente com o custo de transporte e o segundo é a diferença do preço à vista no ponto de entrega e o preço negociado na bolsa, que se relaciona com os custos de armazenagem e mão-de-obra, margem de lucro dos vendedores e escassez de produto no local (Futures Industry Institute, 1998).

Segundo Tonin & Alves (2005) a base corresponde ao custo de se manter a posse da mercadoria física até a época do vencimento do contrato futuro em situação normal de mercado. Teoricamente, esse custo é positivo e no máximo igual a soma dos custos de armazenagem, margem de lucro do vendedor, etc.

O conhecimento da base é muito importante, pois sem essa informação não é possível determinar com precisão, o preço que se deseja fazer o *hedge*. No entanto, sem o conhecimento da base os *hedgers* ficariam expostos a variações no nível de preços.

Para Azevedo (2007), a grande vantagem de se trabalhar com a base é por que esta tende a flutuar menos do que os preços, servindo como um parâmetro ao processo decisório. Por esse motivo, a base é comumente usada na estimativa de preços esperados para o mercado *spot*.

Como os produtores rurais utilizam-se de estratégias de *hedging* para tentar neutralizar o impacto de mudanças adversas no nível de preços, a base se configura como elemento crucial. Sem a base, não é possível determinar o “preço alvo” a ser hedgeado para uma *commodity* específica em uma data futura (TONIN & ALVES, 2005).

A incerteza sobre a base em determinado período futuro é denominado risco de base. O risco de base é criado pela incerteza do *hedger* sobre qual será a base no vencimento do hedge. Em geral, o risco de base aumenta à medida que se eleva a diferença entre a data de expiração do *hedge* e a data de vencimento do contrato futuro e é maior para ativos de consumo, como *commodities*, que para ativos de investimentos (HULL, 2005).

Segundo Tonin & Alves (2005) os principais fatores relacionados a formação do risco de base refere-se a mudanças sazonais, ou provenientes de condições especiais de mercado, como excesso ou escassez temporária na oferta da mercadoria, ou alterações inesperadas na demanda, como movimentos de exportação, atuação do governo utilizando mecanismos que alteram a formação de preço e as adversidades climáticas.

O risco de base pode ser calculado por meio da seguinte equação 3 (FONTES *et al.*, 2005):

$$Rb = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum bt, T - b_{MédiaG} \right)^2} \quad (3)$$

Onde: Rb, o risco de base e $b_{MédiaG}$ é a base média geral, e bt, T , o valor da base no período t , para o mês de vencimento T , com n , representando o número de bases selecionadas ou definidas na amostra. Como pode ser notado, o risco de base é o desvio-padrão das bases encontradas.

Segundo Azevedo (2007), a base apresenta comportamentos distintos comparada a diferentes regiões brasileira. Regiões que apresentam maior disponibilidade de grãos, maior liquidez e próximas das praças de referência da Bolsa (no caso do milho, a praça de Campinas/SP) estão sujeitas a menores variações da base, por outro lado, regiões mais distantes do mercado brasileiro e carente de infra-estrutura de escoamento (como exemplo, a região central do Brasil) apresentam em média maiores bases.

Uma operação de *hedging* busca efetiva proteção contra o risco de base, pois a existência dos mesmos, afeta as estratégias dos *hedgers*. Entre as escolhas extremas de deixar as operações no mercado *spot* sem qualquer operação de *hedging* (100% de riscos de preços e 0% de risco de base) e fazer *hedging* da totalidade da produção (0% de riscos de preços e 100% de risco de base), existem estratégias de *hedging* parcial, ou seja, fazer apenas *hedging* de uma parte da produção, que são menos custosas que o *hedging* total e proporcionam menor risco ao *hedger*. Destaca-se ainda, que quanto maior o risco de base, menor deve ser o nível de *hedging* (AZEVEDO, 2007).

3.4 Razão ótima *hedge* de mínima variância e Efetividade de *hedge*

Existem vários critérios para calcular a razão ótima de *hedge*, sendo a razão de *hedge* de mínima variância (MV) considerada por Johnson (1960) a mais popular. A razão de *hedge* de mínima variância (MV) é obtida por meio da minimização do risco de portfólio, onde o risco é medido pela variância da carteira de *hedge* (LEE, *et al.* 2009).

De acordo com Kumar *et al.* (2008), a razão de *hedge* de mínima variância é o coeficiente do modelo de regressão entre as mudanças nos preços à vista e os preços futuros, que oferece uma redução da variância máxima possível ou eficácia de *hedging*.

Para Staduto & Raabe (2006) o conceito pode ser entendido como a proporção da posição à vista que deve ser assumida em posições opostas em mercados futuros, com o intuito de minimizar o risco do retorno esperado. Tonin & Alves (2005), refere ao percentual da produção que deve ser vinculado a contratos futuros, de forma a maximizar a utilidade dos produtores da região em análise.

Segundo Hull (2005), a razão de *hedge* de mínima variância é definida de acordo com a proporção do tamanho da posição em futuros em relação à extensão da exposição no mercado físico. Desse modo, destaca-se que, na maioria dos casos, demonstra-se apenas a razão de hedge de 1,0, ou seja, o número de produtos protegidos pela operação de *hedge* nos contratos e no mercado físico definido na mesma proporção, porém faz-se necessário destacar que, se o objetivo do *hedger* for proteger-se contra o risco, minimizando ao máximo o mesmo, não necessariamente será estabelecida uma razão de *hedge* em 1,0.

Para encontrar o nível de *hedging* (h) que proporciona o menor risco, o primeiro passo é fazer a proporção entre a operação no mercado futuro e o mercado *spot* (equação 4).

$$h = \frac{Q_f}{Q_s} \quad (4)$$

Onde: Q_f = quantidade negociada no mercado futuro;

Q_s = quantidade negociada no mercado *spot*.

No caso do produtor, o lucro ocorrido numa operação é dado pelo ganho no mercado físico, somado ao valor de sua posição oposta no mercado futuro. Já que o produtor entra no mercado futuro com a posição vendida, o seu lucro obedece à seguinte equação 5³.

$$\pi = S_{T+1}Q_s - (F_T + 1 - F_T)Q_f \quad (5)$$

Onde:

- π = lucro da operação;
- S_{T+1} = preço no mercado *spot* ao final da operação;
- $F_T + 1$ = preço no mercado futuro ao final da operação; e
- F_T = preço no mercado futuro no início da operação.

³ Baseado em Lee *et al.* (2009).

Reescrevendo a equação 5, temos:

$$\pi = S_T Q_S + Q_S (\Delta S - h \Delta F) \quad (6)$$

A variância é dada por $(\Delta S - h \Delta F)$, que corresponde a equação 7:

$$\text{var} (\Delta S - h \Delta F) = \sigma_S^2 + h^2 \sigma_F^2 - 2h\rho\sigma_S\sigma_F \quad (7)$$

Onde:

- σ_S = desvio padrão de ΔS ;
- σ_F = desvio padrão de ΔF ;
- ρ = coeficiente de correlação entre ΔS e ΔF .

Derivando (7) com relação a h e igualando a zero, obtém-se:

$$\frac{\partial [\text{Var}(\Delta S - h \Delta F)]}{\partial h} = 2h\sigma_F^2 - 2\rho\sigma_S\sigma_F = 0 \quad (8)$$

Simplificando a equação 8, obtêm a equação 9:

$$h^* = \rho \frac{\sigma_S}{\sigma_F} = \frac{\sigma_{Sf}}{\sigma^2_f} \quad (9)$$

Onde h^* é o *hedging* ótimo ou *hedge* de mínima variância. Segundo Azevedo (2007) o *hedge* de mínima variância é maior quanto maior for a correlação entre os movimentos de preço nos mercados *spot* e futuro, ou seja, quanto menor for a base.

A efetividade de *hedge* avalia o grau de segurança proporcionado aos produtores de determinada região, devido à redução do risco de preços, com a utilização de contratos futuros na BM&F (TONIN & ALVES, 2005).

Para Fileni *et al.* (1999), a efetividade do *hedge* pode ser descrita como a redução percentual da variância do retorno a partir da decisão de *hedging*, sendo esta conseguida através do quadrado do coeficiente de correlação dos preços a vista e futuro.

Partindo desse fundamento, quanto maior for a correlação, maior será a redução do risco, e também, mais efetivo é o *hedge*, da mesma forma, a medida de efetividade é apropriada quando a minimização do risco ou a proteção contra a incerteza de oscilações de preços é o objetivo fundamental do *hedge* (FILENI *et al.*, 1999).

Dessa forma, a efetividade do *hedge* (E) é dada pela proporção da variância da posição não *hedged* menos a variância da posição *hedged* com relação a variância da posição não *hedged*, conforme equação 10:

$$E = \frac{Var(U) - Var(H)}{Var(U)} \quad (10)$$

Sendo:

$$Var(U) = \sigma_S^2$$

$$Var(H) = \sigma_S^2 + H^2 \sigma_F^2 - 2H\sigma_{S,F}$$

Onde:

- S_t e F_t são os preços a vista e futuro no período t ;
- H é a razão ótima de *hedge*;
- σ_S e σ_F é o desvio padrão dos preços a vista e futuro;
- $\sigma_{S,F}$ é a covariância entre o preço a vista e o preço futuro.

A efetividade do *hedge* utilizando a sua razão ótima (h^*) é o quadrado do coeficiente de correlação (R^2) entre as alterações nos preços à vista e a futuro, permanecendo a condição de nível mínimo de efetividade zero e o nível máximo de efetividade com a operação igual a $[0 \leq (E) \leq 1]$.

3.5 Modelos alternativos de regressão utilizados para estimar a razão de *hedge* de mínima variância e efetividade de *hedge*

O presente estudo utilizou-se de três modelos distintos para calcular a razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge* para os dez municípios goianos analisados: Modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) abordando cinco métodos diferentes, o Modelo Vetorial Auto-Regressivo (VAR) e o Modelo Vetorial Auto-Regressivo com Correção de Erros (VEC). O objetivo da aplicação de diferentes métodos para o cálculo da razão de *hedge* de mínima variância é saber qual apresenta mais eficiente na minimização de riscos ao transacionar em mercados futuros.

3.5.1 Os Modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

Os cinco métodos analisados aplicando o Modelo de Mínimos Quadrados Ordinários foram: o modelo convencional de regressão, o modelo convencional em

diferença, o modelo de Myers e Thompson (1987), o modelo Myers e Thompson (1989) e o modelo de Cointegração de Correção de Erros (ECM).

A razão ótima de *hedge* (h^*) nos cinco modelos MQO analisados é o coeficiente de inclinação (β), que pode ser determinada pela razão entre a covariância entre o preço a vista e o preço futuro (σ_{sf}) e a variância do preço futuro (σ^2_f), expressa pela equação 11:

$$h^* = \frac{\sigma_{sf}}{\sigma^2_f} \quad (11)$$

A efetividade de *hedge* é estimada conforme o coeficiente de determinação (R^2), que coincide com o resultado calculado usando a equação 10.

$$E = \frac{Var(U) - Var(H)}{Var(U)}$$

1. Método convencional

O modelo de mínimos quadrados ordinários é um método convencional de encontrar a razão ótima de *hedge*, por meio do coeficiente de inclinação (β). Em uma mesma regressão simples, o coeficiente de determinação (R^2) é o quadrado do coeficiente de correlação (ρ^2), onde obtém a efetividade do *hedge*. A estimação do modelo de regressão em nível de preço se baseia na equação 12:

$$S_t = \alpha + \beta F_t + \varepsilon_t \quad (12)$$

Onde: S_t e F_t são os preços a vista e futuro no período t , α o parâmetro a ser estimado, β é a estimativa da razão ótima de *hedge* e ε_t é o termo de erro.

Como já observado por Herbst *et al.* (1993) uma fraqueza do modelo é representado pelo fato de que a estimativa da razão de *hedge* de variância mínima poderia sofrer de problemas de correlação serial nos resíduos MQO.

2. Método convencional em diferença

A estimação da efetividade de *hedge* através da equação 12 não é muito confiável, pois pode ocasionar em uma regressão espúria. Para Casillo (2004) o *hedge* de mínima variância utilizando os níveis de preços pode resultar em uma autocorrelação nos resíduos levando a uma violação da suposição de MQO e em estimativas ineficientes de razão ótima de *hedge*. Segundo o mesmo autor, o uso de uma equação

em diferença de preços pode ser preferível a um modelo de variação percentual. A regressão linear em diferença é a seguinte:

$$\Delta S_t = \alpha + \beta \Delta F_t + \varepsilon_t \quad (13)$$

Sendo:

- ΔS_t : preço a vista na primeira diferença no momento t ;
- ΔF_t : preço futuro na primeira diferença no momento t ;
- α : parâmetro a ser estimado;
- β : estimativa da razão ótima de *hedge* de variância mínima (h^*);
- ε_t : erro da estimação da regressão.

3. Modelo de Myers e Thompson (1987)

Myers e Thompson (1987), com intuito de ampliar o estudo, desenvolveram a construção de um modelo generalizado de mensuração, expresso pela equação 14:

$$\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \beta_2 \Delta S_{t-1} + \varepsilon_t \quad (14)$$

em que: ΔS_t é a variação do preço a vista no momento t ; β_1 é a razão de *hedge* ótima (h^*); ΔF é a variação do preço futuro no momento t ; β é o intercepto; X_{t-1} são os preços a vista defasados e; ε_t significa um termo de erro.

4. Modelo de Myers e Thompson (1989)

Myers e Thompson (1989) desenvolveram outro modelo que contribuíssem para a estimação da razão ótima de *hedge* mais confiável. Os autores chamaram a atenção para o fato que, no modelo teórico, a covariância e a variância do ótimo são condicionadas a informações disponíveis no momento de tomada de decisão do *hedge*. Dessa forma, foi desenvolvido um modelo regressivo generalizado para lidar com essas limitações onde a razão ótima de *hedge* é feita por uma equação em nível de preço defasado (equação 15). O número de defasagem p é definido por meio dos critérios de informação de *Akaike* e *Schwarz* (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2010).

$$\Delta S_t = \alpha + \delta \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta \Delta S_{t-i} + \sum_{j=1}^p \gamma \Delta F_{t-j} + \varepsilon_t \quad (15)$$

Onde:

- ΔS_t : preço a vista na primeira diferença no momento t ;
- ΔF_t : preço futuro na primeira diferença no momento t ;
- ΔS_{t-i} : preço a vista na primeira diferença no momento $t - 1$;
- ΔF_{t-i} : preço futuro na primeira diferença no momento $t - 1$;
- β e γ : são parâmetros defasados.
- δ : razão de hedge ótima (h^*);
- ε_t : erro aleatório ou ruído branco.

5. Modelo de cointegração de correção de erros (ECM)

Outro modelo de MQO abordado no presente estudo para estimar a razão ótima de *hedge* foi o modelo de séries cointegradas incluindo o mecanismo de correção de erro (ECM) proposto por Engle & Granger (1987).

$$\Delta S_t = \beta_0 \mu_{t-1} + \beta_1 + \beta_2 \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta \Delta F_{t-i} + \sum_{j=1}^p \beta \Delta S_{t-j} + \mu_t \quad (16)$$

Onde: μ_{t-1} é o mecanismo de correção de erro.

Se for comprovado que as séries analisadas são cointegradas conclui-se que as variáveis possuem relação de longo prazo ou de equilíbrio. Mas de acordo com Engle & Granger (1987), apesar de haver relação de equilíbrio no longo prazo, no curto prazo pode haver um desequilíbrio. O termo de erro é conhecido como “erro de equilíbrio” e o desequilíbrio constatado no curto prazo pode ser corrigido pelo mecanismo de correção de erro (GUJARATI, 2006).

O mecanismo de correção de erro consiste na inclusão da equação de cointegração (com uma defasagem) na estimação do modelo econométrico nas diferenças, que forma o modelo:

$$\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \beta_2 \hat{v}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (17)$$

Onde:

- ΔS_t : primeira diferença do preço a vista no período t ;
- ΔF_t : primeira diferença do preço futuro no período t ;
- β_0, β_1 e β_2 : parâmetros a serem estimados;
- \hat{v}_{t-1} : erro da regressão co-integrada a ser estimado;
- ε_t : erro aleatório.

Segundo Lien (1996, 2004) a estimativa de *hedge* de mínima variância será menor se a relação de cointegração não é levada em conta. Mas deve ser observado que a abordagem de cointegração requer que as variáveis sejam integradas de mesma ordem, tipicamente I(1), antes da estimação.

3.5.2 O Modelo Vetor Auto-Regressivo Bivariado (VAR)

O modelo vetorial auto-regressivo bivariado (VAR) é um modelo de sistemas de regressão onde existem duas variáveis, cada uma, cujo valor atual depende de uma combinação do valor anterior de ambas variáveis (CASILLO, 2004). O modelo VAR é preferido em relação a estimativa de MQO simples, porque elimina os problemas de autocorrelação entre os erros e trata os preços futuros como variável endógena (KUMAR *et al.*, 2008). O modelo VAR é representado por:

$$\begin{aligned}\Delta S_t &= \alpha_s + \sum_{i=1}^k \beta_{Si} \Delta S_{t-i} + \sum_{j=1}^l \gamma_{Fj} \Delta F_{t-j} + \varepsilon_{St} \\ \Delta F_t &= \alpha_F + \sum_{i=1}^k \beta_{Fi} \Delta F_{t-i} + \sum_{j=1}^l \gamma_{Sj} \Delta S_{t-j} + \varepsilon_{Ft}\end{aligned}\tag{18}$$

Onde: α é o intercepto, β_S , β_F , γ_F e γ_S são os parâmetros positivos e ε_{St} e ε_{Ft} são termos de erros independentemente e identicamente distribuídos (i.d.d.). Com relação ao número ideal de defasagens (lags) que permite eliminar a correlação serial é escolhida conforme os critérios de informação de *Akaike* e *Schwarz*.

A razão de *hedge* de mínima variância é calcula por:

$$H = \frac{\sigma_{sf}}{\sigma_f}\tag{19}$$

Onde:

$$Var(\varepsilon_{St}) = \sigma_s$$

$$Var(\varepsilon_{Ft}) = \sigma_f$$

$$Cov(\varepsilon_{St}, \varepsilon_{Ft}) = \sigma_{sf}$$

E a efetividade de *hedge* (E) é calculada por meio da equação 10, exposta no tópico 3.5.1:

$$E = \frac{(\text{Var}(U) - \text{Var}(H))}{\text{Var}(U)}$$

O modelo VAR não considera a distribuição condicional dos preços a vista e futuro e calcula a razão de *hedge* constante. O modelo não analisa a possibilidade de integração a longo prazo entre os preços a vista e futuro (KUMAR *et al.*, 2008).

3.5.3 O modelo Vetor Auto-Regressivo com Correção de Erros (VEC)

O modelo Var não considera a possibilidade de que as variáveis endógenas podem ser integradas de longo prazo. Sendo as variáveis, preço a vista e futuro cointegradas no longo prazo, deve-se incorporar um vetor de correção de erro, tornando um modelo vetorial auto-regressivo com correção de erros –VEC (KUMAR *et al.*, 2008). Constatado que as variáveis preços a vista e futuro são cointegradas de ordem 1, o modelo VEC pode ser escrito por:

$$\begin{aligned} \Delta S_t &= \alpha_S + \beta_S S_{t-1} + \gamma_F F_{t-1} + \sum_{i=2}^k \beta_{Si} \Delta S_{t-i} + \sum_{j=2}^l \gamma_{Fj} \Delta F_{t-j} + \varepsilon_{St} \\ \Delta F_t &= \alpha_F + \beta_F F_{t-1} + \gamma_S S_{t-1} + \sum_{i=2}^k \beta_{Fi} \Delta F_{t-i} + \sum_{j=2}^l \gamma_{Sj} \Delta S_{t-j} + \varepsilon_{Ft} \end{aligned} \quad (20)$$

Os coeficientes γ_F e γ_S são os vetores de cointegração. O termo de correção de erro das equações (20), $\beta_S S_{t-1} + \gamma_F F_{t-1}$ e $\beta_F F_{t-1} + \gamma_S S_{t-1}$, acrescido no modelo VAR(k), mede como a variável dependente se ajusta os desvios dos períodos anteriores promovidos pelo equilíbrio no longo prazo. Os coeficientes β_S e β_F são responsáveis pela velocidade de ajustamento e quanto maior β_S , maior a resposta de S_t aos desvios anteriores devido ao equilíbrio de longo prazo (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2010).

O cálculo da razão de *hedge* de mínima variância e a efetividade de *hedge* são similares as equações do modelo VAR.

3.6 Estudos na literatura brasileira relacionados a razão ótima de *hedge* a efetividade de *hedge*

Na literatura brasileira existem vários estudos que buscaram a proteção ao risco em mercados futuros por meio de estratégias de *hedge*. E dentre as estratégias destacam a análise da razão de *hedge* de mínima variância e efetividade de *hedge*. A razão ótima

de *hedge* refere à proporção do tamanho da posição em contratos futuros com relação à exposição de risco (MÜLLER *et al.*, 2008). E a efetividade de *hedge* baseia-se no pressuposto de minimização de riscos. Ela avalia o grau de segurança proporcionado aos produtores de determinada região, devido à redução do risco de preços, com a utilização de contratos futuros na Bolsa (TONIN & ALVES, 2005). A seguir são apresentados alguns exemplos de estudos brasileiros que por meio de estratégias de *hedge* analisaram a razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge* sob diferentes mercados.

O estudo de Martins & Aguiar (2004) analisaram a efetividade de *hedge* de soja em grão entre diversas regiões brasileiras com contratos futuros de diferentes vencimentos na *Chicago Board of Trade*. Os resultados mostraram que a efetividade foi maior em regiões próximas a portos de exportação, no caso, os municípios de Cândido Mota (SP), Campo Mourão (PR) e Ponta Grossa (PR).

Chiodi *et al.* (2005) compararam a efetividade do *hedger* brasileiro da soja feito na Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&FBOVESPA) e a Bolsa de Chicago Board of Trade (CBOT). O estudo baseou na teoria do portfólio seguindo a definição de Ederington (1979). O estudo concluiu que para determinadas regiões brasileiras e em determinados meses do ano é mais eficiente realizar o *hedge* com os contratos futuros de soja na CBOT ao invés da BM&FBOVESPA.

Staduto & Raabe (2006) analisaram a efetividade de *hedge* do mercado futuro de açúcar na bolsa de Nova York, Londres e BM&FBOVESPA. Foi verificada uma efetividade de *hedge* relativa no mercado futuro de açúcar cotado em dólar na BM&FBOVESPA, não sendo significativas nas demais bolsas.

Gonçalves *et al.* (2007) abordaram o teste de co-integração, causalidade e efetividade do *hedge* para preços dos contratos de boi gordo para Noroeste do Paraná. Para calcular a razão ótima de *hedge* e efetividade o estudo baseou na teoria do portfólio e o método proposto por Myers e Thompson (1989). O estudo concluiu uma efetividade baixa para as transações em mercados futuros no período analisado.

Oliveira Neto *et al.* (2010) estimaram e compararam a razão ótima de *hedge* e a efetividade de *hedge* por meio de três modelos distintos para o mercado de boi gordo para o estado de Goiás: modelo de Myers & Thompson (1989), modelo vetorial auto-regressivo bivariado (VAR) e o modelo vetorial auto-regressivo com correção de erro (VEC). O modelo de Myers & Thompson foi o que apresentou menor efetividade e os maiores retornos foram obtidos pela aplicação do modelo VAR. O modelo VEC foi o

que apresentou maior equilíbrio em si tratando das relações de retorno e risco estimados pelos métodos.

Mas especificamente ao mercado de milho brasileiro, alguns estudos relacionados foram:

Fontes *et al.* (2003), mensuraram a efetividade e razão ótima de *hedge* da cultura do milho em diversas localidades do Brasil, abordando 26 municípios. O modelo utilizado baseou-se na teoria do portfólio onde determinou a razão ótima de *hedge*, como instrumento de redução de riscos. Os autores concluíram que, apesar da diferenciação da operacionalização e gerenciamento da produção e da qualidade do milho nos diferentes municípios estudados, a utilização das operações de *hedge* pode ser de grande eficiência para os agentes envolvidos na cadeia produtiva do milho.

Tonin & Alves (2005) analisaram a razão ótima de *hedge* e sua efetividade sobre os contratos de milho na região de Maringá no Paraná. O estudo retratou a estratégia estática de *hedge* evidenciando o estudo de Myers e Thompson (1989), que desenvolveram um modelo regressivo generalizado, a partir da teoria do portfólio, em que a estimativa de razão ótima foi feita através de uma equação em nível de preço defasado. Foi analisada a série de preços em real e em dólar flutuante. A efetividade e a razão de *hedge* para a série em reais apresentaram níveis aceitáveis, correspondendo ao período de maior acesso dos agentes ao mercado futuro. Quanto a série em dólar flutuante, os resultados foram superiores a série em reais, mas a modalidade de contratos disponibilizados na BM&F apresentou baixa liquidez devido a baixa adesão do número de agentes.

Santos *et al.* (2007) analisaram a transmissão de preços do milho entre os mercados externos e internos. Foram realizados os teste de estacionariedade, causalidade de Granger e cointegração. Verificou que há relação unidirecional entre o preço externo e o preço a nível de produtor, ou seja, os preços externos causa (no sentido de Granger) os preços internos. O teste de cointegração indicou que as séries são cointegradas e, portanto, possuem relação de longo prazo. Pelo mecanismo de correção de erro verificou que mudanças de curto prazo nos preços externos refletem lentamente nos preços ao produtor nacional.

Tonin *et al.* (2009) examinaram a relação existente entre as séries de preços futuro e físico da *commodity* milho em Maringá (PR) por meio dos testes de causalidade de Granger e cointegração. Também efetuaram o cálculo da efetividade e razão ótima de *hedge* a fim de obter a melhor proteção ao risco aos agentes vinculados a contratos

futuros da região. Os autores concluíram um aumento, apesar de modesto, da efetividade e razão ótima de *hedge* das operações de *hedge* na região, após a mudança da cotação do milho de dólar para real. Segundo os autores essa mudança proporcionou maior liquidez ao mercado, com maior proteção aos riscos e dessa forma tornou o ambiente mais propício para a negociação com contratos futuros de milho. Verificou uma relação bicausal entre as variáveis e uma relação de longo prazo entre os preços futuro e físico da região analisada.

Oliveira Neto *et al.* (2009) estudaram a efetividade de *hedge* e razão ótima de *hedge* para cultura do milho no estado de Goiás por diferentes métodos de estratégias estáticas. Primeiramente aplicaram o método tradicional de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), em seguida o método proposto por Myers e Thompson (1989) que contribuíram no sentido de tornar o cálculo da razão de *hedge* ótima e efetividade de *hedge* mais conciso e posteriormente o método de Myers e Thompson (1989) com a inclusão de uma variável *dummy*, relacionando os preços de safra e entressafra do milho. Os autores concluíram que o modelo de Myers e Thompson (1989) apresentou melhor parâmetro para a decisão nas operações de *hedge* e que a efetividade de *hedge* demonstrou efetiva na redução de riscos nas operações em contratos futuros de milho para o estado de Goiás no período analisado.

O que tem se observado por meio de diferentes estudos é que a análise da razão ótima e efetividade de *hedge* têm sido consideradas uma ferramenta estratégia importante no auxílio as decisões dos agentes que buscam nos mercados futuros um meio de reduzir riscos e garantir maior grau de segurança nas transações com contratos futuros.

4. METODOLOGIA

4.1 Etapas metodológicas

Os procedimentos metodológicos seguiram as seguintes etapas: a) Cálculo da base e risco de base; b) Detecção da estacionariedade⁴ das séries temporais pelos testes ADF e DF/GLS, para comprovar a ordem de integração das séries; c) Análise de causalidade das séries, a fim de verificar a direção das transmissões de preços entre os preços futuros da BM&FBOVESPA e a vista dos principais municípios goianos produtores de milho; d) Análise do teste de cointegração com intuito de verificar se as variáveis estudadas possuem relação de longo prazo; e) Verificação da razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge* por meio de três modelos diferentes (MQO, VAR e VEC), procedimentos que auxiliam os *hedgers* em tomada de decisão em mercados futuros para amenização de riscos de preços. A etapa metodológica e) foi abordada nos tópicos 3.4 e 3.5.

4.2 Teste de estacionariedade das séries temporais

A série temporal é dita estacionária quando sua média, variância e autocovariância, em diferentes defasagens, permanecem as mesmas, isto é, continuam constantes ao longo do tempo (GUJARATI, 2006).

A importância de se saber se uma série temporal é estacionária, se deve ao fato que, caso seja não-estacionária não poderá estudar o seu comportamento para o período analisado, pois essas séries temporais têm pouco valor prático e não é possível generalizá-lo para outros períodos de tempo, como no caso de fazer previsões (GUJARATI, 2006).

Na prática, poucas das séries temporais existentes são estacionárias, mas muitas delas encontradas têm a propriedade desejável de que quando as diferenciamos uma ou mais vezes, as séries resultantes se tornam estacionárias (PINDYCK & RUBINFELD, 2004).

⁴ Os procedimentos para analisar a estacionariedade das séries estudadas e os outros testes foram executados no *software* estatístico *Eviews* 6.0.

Um exemplo típico de série não-estacionária é o modelo de passeio aleatório⁵, mas a sua primeira diferença o torna estacionário, por isso o modelo de passeio aleatório é denominado integrado de ordem 1, ou seja, I(1). Dessa forma, se uma série temporal para se tornar estacionária, tiver que ser diferenciada duas vezes, esta é classificada como integrada de ordem 2, I(2). Se tiver que ser diferenciada d vezes para se tornar estacionária, esta classifica como integrada de ordem d, I(d). Uma série Y_t que é estacionária desde o início e que não requer diferenciação é classificada como integrada de ordem 0, isto é, $Y_t \sim I(0)$ (GUJARATI, 2006).

Existem vários testes para a verificação da estacionariedade das séries temporais, mas o método mais usado é o teste de raiz unitária, por si tratar de um método conciso e eficiente. O sub-tópico a seguir apresenta os testes de raiz unitária abordados no estudo.

4.2.1 Testes de Raiz Unitária

O teste de raiz unitária objetiva-se verificar se a série temporal é estacionária em nível ou se é estacionária nas diferenças. Para a verificação da estacionariedade por meio do teste de raiz unitária poderiam ser utilizados diversos testes, no entanto, o presente estudo optou-se por utilizar os testes Dickey-Fuller (DF), Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e o Dickey-Fuller/GLS.

Para estimar o teste Dickey-Fuller (DF), primeiramente, partiu-se da equação (21):

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad -1 \leq \rho \leq 1 \quad (21)$$

Onde: Y_{t-1} é a série Y_t defasada em um período e u_t é o termo de erro de ruído branco. Quando $\rho = 1$, a raiz unitária se torna um modelo de passeio aleatório sem deslocamento, processo estocástico classificado como não-estacionário (GUJARATI, 2006).

Subtraindo-se Y_{t-1} de ambos os lados da equação (21) e substituindo $\rho - 1$ por δ surge a seguinte equação (22):

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (22)$$

⁵ O passeio aleatório caracteriza-se pela persistência de choques aleatórios que não tendem a dissipar-se depois de vários anos, mas, ao contrário, tendem a ser permanentes. Como exemplo, temos o preço das ações ou taxa de câmbio que são séries temporais financeiras (GUJARATI, 2006).

Onde: $\Delta Y_t = (Y_t - Y_{t-1})$ é a série Y_t na primeira diferença. Note que, quando $\delta = 0$: $\Delta Y_t = u_t$, ou seja, as primeiras diferenças de uma série temporal de passeio aleatório é igual ao termo de erro de ruído branco (u_t) e pelo fato de u_t ser estacionário, conclui-se que as primeiras diferenças de uma série temporal também é estacionária.

Na prática, estima-se a equação (22) pelo método de mínimos quadrados ordinários e testa-se a hipótese nula de que $\delta = 0$. Se $\delta = 0$, então $\rho = 1$, isto é, temos uma raiz unitária, o que significa que a série temporal em estudo é não-estacionária, mas se o coeficiente angular estimado ($\hat{\delta}$) for negativo, a hipótese alternativa ($\delta < 0$) será aceita e concluí-se que Y_t é estacionário (GUJARATI, 2006).

Partindo desse pressuposto aplica-se o teste de Dickey-Fuller (DF) através da estatística τ (tau). A aplicação do teste DF envolve a estimação das equações (23), (24) e (25), onde t é o tempo ou a variável de tendência. O teste Dickey-Fuller é estimado de três maneiras diferentes, todas com as respectivas hipóteses nulas $\delta = 0$, o que determina a presença de raiz unitária.

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (23)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (24)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (25)$$

O que diferencia os modelos de passeio aleatório das equações (23), (24) e (25), são que na equação (23) existe a presença de um passeio aleatório simples e na equação (24) um passeio aleatório com deslocamento enquanto a (25) um passeio aleatório com deslocamento com a inclusão de um termo de tendência determinística.

O procedimento concreto de estimação das equações (23), (24) e (25), envolve a estimação de cada equação por mínimos quadrados ordinários e dividindo o coeficiente estimado de Y_{t-1} de cada equação pelo seu desvio-padrão para calcular a estatística tau (τ). Entretanto, se o valor absoluto calculado pela estatística tau (τ) exceder os valores críticos τ de DF, a hipótese de que determinada série temporal é estacionária não será rejeitada e caso o valor absoluto calculado pela estatística τ for menor que os valores críticos τ de Dickey-Fuller, a série temporal em questão será não-estacionária (GUJARATI, 2006).

É importante destacar que a utilização do teste DF será válida quando as séries que são formadas por um processo auto-regressivo forem de ordem $I(1)$ e seus termos

aleatórios seguirem um ruído branco. No entanto, se o processo formador de uma série temporal for um processo auto-regressivo de ordem superior a um AR(p), onde $p > 1$, o teste a ser utilizado corresponde ao Dickey-Fuller Aumentado (DFA), estimado pela equação (26) e testado pela seguinte hipótese (27) (GAIO *et al.*, 2006).

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (26)$$

Teste de hipótese:

$$\begin{aligned} H_0: \delta &= 0 \\ H_a: \delta &< 0 \end{aligned} \quad (27)$$

Segundo Gujarati (2006) o teste Dickey-Fuller Aumentado é usado em situações que u_t apresenta correlação, onde se inclui número de defasagens suficiente para o termo de erro não apresente correlação serial. No teste Dickey-Fuller Aumentado continua testando $\delta = 0$ e este segue a mesma distribuição assintótica que a estatística Dickey-Fuller, usando os mesmos valores críticos.

Outro teste de raiz unitária utilizado foi o teste de Dickey-Fuller com método de mínimos quadrados generalizados (DF-GLS), proposto por Elliot, Rothenberg e Sotck (ERS, 1996). O teste consiste numa modificação do teste ADF, que por meio de críticas da literatura, o teste ADF depara com um problema que é o baixo poder de aceitar a hipótese nula.

A determinação do teste DF-GLS⁶ consiste num procedimento de mínimos quadrados ordinários. Inicialmente estima o parâmetro $\delta(\theta)$ conforme a equação 28:

$$d\left(\frac{y_t}{\theta}\right) = d\left(\frac{y_t}{\theta}\right)' \delta(\theta) + n_t \quad (28)$$

Em que $d\left(\frac{y_t}{\theta}\right)$ é a quase diferença de y_t sujeita a determinado valor de θ

$$d\left(\frac{y_t}{\theta}\right) = \begin{cases} y_t & \text{se } t = 1 \\ y_t - \theta y_{t-1} & \text{se } t > 1 \end{cases} \quad (29)$$

Onde: $\theta = 1 + \frac{c}{T}$, isto é, θ está numa vizinhança $\frac{c}{T}$ próximo a 1. Caso θ fosse igual a 1 $d\left(\frac{y_t}{\theta}\right)$ seria igual à primeira diferença de y_t (Δy_t). Nesse teste os dados são

⁶ Baseado em BRAGA (2008).

diferenciados localmente de modo que a influência da variável explicativa d_t (constante e/ou tendência) é removida da série y_t antes de aplicar o teste ADF.

De acordo com os autores Elliot *et al.* (1996) o valor de θ é válido quando $c = 7$ se $d_t = 1$ e $c = 13,5$ se $d_t = [1, t]$. É com esses valores que o teste se torna o mais poderoso dentre os testes invariantes que assumem como hipótese nula a existência de raiz unitária contra a hipótese alternativa de α (equação 30) ser igual à θ .

$$d_t: \Delta y_t^d = \alpha y_{t-1}^d + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-1}^d + u_t \quad (30)$$

Obtida a estimação de $\delta(\theta)$ associados a estes valores de $\theta(\bar{\delta}(\theta)_{GLS})$, aplica-se o teste ADF com a variável y_t^d (em vez de y_t) e sem o termo em que y_t^d é a variável y_t sem a influência da variável d_t (equação 31), onde y_t^d é o valor GLS-detrended de y_t :

$$y_t^d = y_t - d_t' \bar{\delta}(\bar{\theta}) \quad (31)$$

Para d_t igual a zero a distribuição assintótica da estatística τ do teste (τ GLS-DF) é semelhante à do teste ADF, de forma que os valores críticos são os mesmos tabulados por MacKinnon. Quando existe a constante (e/ou a tendência) a distribuição assintótica se altera de forma que os valores críticos são dados por ERS (1996). O critério de rejeição é o mesmo do teste ADF, isto é, rejeitar H_0 quando o valor calculado for, em módulo, menor que os valores críticos tabulados.

Os critérios utilizados para determinar o número de defasagens nos dois testes de raiz unitária foram os métodos tradicionais de Akaike (1974) e Schwarz (1978)⁷. A determinação correta do número de defasagens (*lags*) para um teste é muito importante e a escolha deve ser um número suficiente para eliminar uma possível correlação serial dos resíduos (BRAGA, 2008).

4.3 Teste de Causalidade de Granger

O teste de causalidade é usado para verificar se existe relação de causalidade entre as variáveis (preço a vista e futuro) permitindo analisar se os agentes ao tomarem suas decisões no mercado a vista se levam em consideração o preço futuro e se ao tomarem decisão no mercado futuro levam em consideração o preço a vista.

⁷ A escolha do tamanho ótimo das defasagens pelos dois critérios consiste em minimizar as funções: $AIC = T \ln(SQR) + 2R$ e $SBC = T \ln(SQR) + R \ln(T)$, onde SQR é a soma do quadrado dos resíduos, R é o número de parâmetros estimados e T o número de observações.

O teste de causalidade proposto por Granger (1969) busca identificar se uma variável é capaz de melhorar ou ajudar na previsão de outra variável. Para a realização do teste deve-se atentar ao número de defasagem, pois o teste é bastante sensível a escolha desse procedimento (PEROBELLI, 2005).

O método assume matematicamente a seguinte configuração, envolvendo séries temporais de preços futuros (PF) e preços a vista (PV):

$$PF_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i PV_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j PF_{t-j} + u_{1t} \quad (32)$$

$$PV_t = \sum_{i=1}^n \lambda_i PV_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j PF_{t-j} + u_{2t} \quad (33)$$

Onde: u_{1t} é o termo aleatório da equação (32) e u_{2t} o termo aleatório da equação (33). Os erros, u_{1t} e u_{2t} , não possuem correlação e o teste de causalidade é conduzido em séries estacionárias.

A equação 32 postula que o PF está relacionado aos seus próprios valores passados, assim como também ao PV. Da mesma forma, o PV na equação 33 apresenta o mesmo comportamento. A idéia básica do teste é que se PF causa PV, então, mudanças em PF precedem mudanças em PV.

A causalidade pode assumir os seguintes comportamentos:

- a) Unidirecional de PV para PF ($PV \rightarrow PF$), nesse sentido os coeficientes estimados de PV e PF defasados, serão respectivamente, diferente de zero ($\sum \alpha_i \neq 0$) e igual a zero ($\sum \delta_j = 0$). No sentido inverso, os coeficientes estimados de PF para PV ($PF \rightarrow PV$), serão estatisticamente iguais a zero ($\sum \alpha_i = 0$) e diferente de zero ($\sum \delta_j \neq 0$), respectivamente.
- b) Bilateral ($PF \leftrightarrow PV$), quando os conjuntos de coeficientes de PF e PV são estatisticamente diferentes de zero nas duas regressões.
- c) Independência (PF e PV são independentes), os conjuntos de coeficientes de PF e PV não são estatisticamente significativos em nenhuma das regressões.

O procedimento para a aplicação do teste de causalidade de Granger, baseado na estatística F, segue as seguintes etapas⁸:

⁸ Baseado em GUJARATI (2006).

- Cálculo da soma dos quadrados dos resíduos (SQR_R) de PF contra os PF defasados, que é uma regressão restrita, pois não envolve as variáveis defasadas de PV.
- Cálculo da soma dos quadrados dos resíduos sem restrição (SQR_{UR}) de PF contra os PF defasados, incluindo as variáveis defasadas de PV.
- Testar a hipótese nula $H_0: \sum \alpha_i = 0$;
- O teste F é usado para testar a hipótese nula, com m e $(n-k)$ graus de liberdade, através da equação (34):

$$F = \frac{(SQR_R - SQR_{UR})/m}{SQR_{UR}/(n - k)} \quad (34)$$

- Se o valor de F calculado for superior ao valor crítico de F no nível de significância selecionado, rejeita-se a hipótese nula, e no caso da abordagem da equação 30, os termos de PV defasados cabem na regressão e esta é uma forma de dizer que a variação de PV causa a variação de PF.

Primeiramente aplica-se a regressão na equação 30 para verificar se a variação de PV causa a variação de PF e, da mesma forma, conseqüentemente, testa a regressão da equação 31 para verificar se variação de PF causa a de PV. No estudo foram verificadas regressões em pares para a BM&FBOVESPA e para cada município goiano analisado.

4.4 Testes de Cointegração

O teste de cointegração é um método muito utilizado para precaver situações de regressão espúria⁹. Muitas vezes os resultados de regressões deduzem que o valor de R^2 seja estatisticamente significativo e que existe relação forte entre as variáveis em análise, enquanto a priori não deveria haver nenhuma relação (GUJARATI, 2006).

De acordo com Zen & Melo (2008) testar a cointegração entre variáveis implica avaliar se as variáveis P_t e F_t possuem caminho temporal ligado e se possuem uma relação de equilíbrio de longo prazo. Para tanto, é necessário, inicialmente, verificar se as duas séries são integradas de mesma ordem, o que é verificado quando se realiza o teste de raiz unitária.

⁹ O fenômeno de regressão espúria é também conhecido como regressão sem sentido.

Para garantir o equilíbrio de longo prazo entre as variáveis, é necessário que estas mantenham, ao longo prazo, uma distância aproximadamente constante, mantendo sincronizados os movimentos. Para que isso aconteça, o resíduo ε_t tem que ser integrado de ordem zero, $\varepsilon_t \sim I(0)$, dessa forma, os resíduos da regressão serão estacionários.

As trajetórias temporais das variáveis cointegradas possuem característica de serem influenciadas por qualquer desvio em seu equilíbrio de longo prazo. A definição de cointegração de Engle e Granger (1987) propõe que: os componentes dos vetores $y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{nt})$ são ditos cointegrados de ordem d, b , ou seja, $y_t \sim CI(d, b)$ se: a) todos os componentes se y_t são integrados de ordem d , e b) existe um vetor $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$ tal que a combinação linear $\beta_{yt} = \beta_1 y_{1t} + \beta_2 y_{2t} + \dots + \beta_n y_{nt}$ é integrada de ordem $(d-b)$ onde $b > 0$. O vetor β é chamado de vetor de cointegração (ABITANTE, 2008).

Pindyck & Rubinfeld (2004), afirmam que, mesmo que duas variáveis sejam um passeio aleatório, a combinação linear delas pode ser estacionária. Por exemplo, pode ser que as variáveis x_t e y_t sejam não estacionárias, mas a combinação $z_t = x_t - \lambda y_t$ pode ser estacionária. Diz nesse caso, que x_t e y_t são cointegradas e denomina-se λ como o parâmetro de cointegração. Pode-se estimar λ fazendo uma regressão por mínimos quadrados ordinários de x_t em relação a y_t . Além disso, os resíduos da regressão podem ser usados para testar se x_t e y_t são de fato cointegrados.

A metodologia proposta por Johansen (1988) utiliza de uma técnica de máxima verossimilhança para estimar os vetores de cointegração e permite avaliar e estimar a presença de múltiplos vetores de cointegração entre as variáveis não estacionárias (COELHO, 2004).

A diferença entre os testes de cointegração de Engle-Granger e o Johansen, é que o teste de Engle e Granger somente verifica se as variáveis são cointegradas ou não, já o teste de Johansen permite identificar quantos vetores de cointegração existem entre as variáveis e quais são os vetores que estão cointegrados (ENDER, 2004).

A Metodologia de Johansen (1988)¹⁰ tem o seu ponto de partida na auto-regressão vetorial (VAR). Para estimar o VAR primeiramente é necessário determinar o número de defasagens a serem utilizadas no teste e a escolha é feita com a utilização dos critérios AIC (*Akaike Information Criterion*) ou SBC (*Schwarz Bayesian Criterion*).

O modelo VAR de ordem p de defasagem é representado por:

¹⁰ Baseado em MARGARIDO (2004).

$$Z_t = A_1 Z_{t-1} + \dots + A_k Z_{t-k} + \Phi D_t + u_t \quad (35)$$

Onde: $u_t \sim IN(0, \Sigma)$, Z_t um vetor $n \times 1$ e cada elemento A_i é uma matriz de parâmetros de ordem $n \times n$ e D_t são termos determinísticos (tipos de regressores considerados fixos e não estocásticos).

Se pelo menos dois vetores forem cointegrados, deve-se introduzir no sistema VAR o vetor de correção de erros (πX_{t-1}), formando o modelo vetorial de correção de erro (VEC), estruturado no seguinte formato:

$$\nabla Z_t = \Gamma_1 \nabla Z_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \nabla Z_{t-k+1} + \Pi Z_{t-k} + \Phi D_t + u_t \quad (36)$$

Sendo: $\Gamma_i = -(I - A_1 - \dots - A_i)$, ($i = 1, \dots, k-1$), e $\Pi = -(I - A_1 - \dots - A_k)$.

Se o coeficiente da matriz Π for reduzido para rank $r < n$, então existe $n-r$ matrizes α e β , e cada uma com rank r tais que $\Pi = \alpha\beta'$ e $\beta'y_t$ é estacionário. E o r é o número de relações de cointegração e os elementos de α são conhecidos como os parâmetros de ajuste no modelo vetorial de correção de erro e cada coluna de β é um vetor de cointegração (HJALMARSSON & ÖSTERHOLM, 2007).

A determinação do número de vetores de cointegração é por meio da análise do posto da matriz Π . Johansen e Juselius (1990) propuseram dois testes para determinar o posto da matriz Π : o teste traço (J_{trace}) e o teste de máximo autovalor (J_{max}), representados pelas equações (37) e (38), respectivamente.

$$J_{trace} = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (37)$$

$$J_{max} = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (38)$$

Sendo T é o tamanho da amostra e $\hat{\lambda}_i$ é a i^a : maior correlação canônica. O teste traço testa a hipótese nula de r vetores de cointegração, contra a hipótese alternativa de n vetores de cointegração. O teste de máximo autovalor testa a hipótese nula de r vetores de cointegração, contra a hipótese alternativa de $r+1$ vetores de cointegração (HJALMARSSON & ÖSTERHOLM, 2007).

4.5 Fonte de Dados

Para execução desse estudo foram utilizados os preços futuros da BM&FBOVESPA e os preços a vista no mercado físico da saca de 60 kg de milho de importantes municípios produtores do estado de Goiás. Os preços futuros foram extraídos do site da BM&FBOVESPA (www.bmfbovespa.com.br), e os preços a vista (preços médios recebidos pelos produtores - R\$/60kg) foram disponibilizados pela FAEG (Federação da Agricultura do Estado de Goiás).

O critério para a organização dos dados foram todas as segundas-feiras da primeira quinzena de cada mês de vencimento do contrato de milho (janeiro, março, maio, julho, agosto, setembro e novembro) e inclusive o 15º útil de cada mês de vencimento, que corresponde ao último dia de negociação do contrato. Os dez municípios selecionados, Acreúna (AC), Chapadão do Céu (CC), Cristalina (CT), Itumbiara (IT), Jataí (JA), Mineiros (MN), Montividiu (MT), Morrinhos (MR), Rio Verde (RV) e Santa Helena de Goiás (SH), foram regiões com importante produção de milho do Estado e que coincidiam com os dados disponibilizados pela FAEG. Outros municípios goianos como Luziânia, Ipameri, Catalão e Caiapônia também possuem produção significativa de milho, mas pela indisponibilidade de dados, estes não foram incluídos no estudo. Os dados foram semanais de Jan/2005 a Mar/2011 e a amostra obteve 118 observações para o preço futuro da BM&FBOVESPA e a vista dos municípios analisados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Base e risco de base

O conhecimento da base é muito importante, pois sem essa informação não é possível determinar com precisão, o preço que se deseja fazer o *hedge* e os *hedgers* ficariam expostos a variações no nível de preços.

A grande vantagem de se trabalhar com a base, comparado aos preços, é que esta tende a apresentar menores flutuações, servindo como um parâmetro ao processo decisório. Por esse motivo, a base é freqüentemente usada na estimativa de preços esperados para o mercado spot (AZEVEDO, 2007).

A Tabela 3 apresenta a base média para os meses de vencimento dos contratos de milho de Jan/2005 a Mar/2011 para os municípios goianos analisados, a base média geral e o risco de base. Em geral, todos os municípios analisados apresentaram base média negativa, sendo alguns municípios com valores aproximados. Os municípios de Cristalina (CC), Mineiros (MN) e Jataí (JA), apresentaram base média geral maiores, com - 6,00; - 5,94 e - 5,77, respectivamente.

Tabela 3: Base média por período, base média geral e risco de base do milho em R\$/sc 60kg nos meses de vencimento do contrato de milho negociados na BM&FBOVESPA pelos municípios goianos analisados – Jan/2005 a Mar/2011

MESES	LOCALIDADES									
	AC	CC	CT	IT	JA	MN	MT	MR	RV	SH
Jan-05	-5,42	-6,12	-6,08	-5,08	-7,18	-6,08	-5,08	-4,58	-6,68	-5,58
Mar-05	-6,57	-7,13	-9,13	-6,80	-6,50	-6,13	-7,38	-6,72	-7,07	-6,07
Mai-05	-5,60	-6,00	-7,17	-5,00	-4,90	-5,63	-4,90	-5,25	-5,00	-5,17
Jul-05	-5,90	-6,40	-5,40	-5,07	-5,82	-6,57	-5,90	-4,65	-6,40	-5,23
Set-05	-5,42	-6,12	-6,08	-5,08	-7,18	-6,08	-5,08	-4,58	-6,68	-5,58
Nov-05	-3,49	-2,59	-3,26	-3,59	-3,59	-4,59	-1,59	-1,38	-2,93	-3,59
Jan-06	-4,55	-5,30	-3,13	-4,45	-4,75	-7,55	-4,30	-3,68	-4,95	-4,88
Mar-06	-3,58	-4,58	-2,58	-3,25	-3,25	-4,58	-3,58	-2,75	-3,25	-3,25
Mai-06	-4,99	-5,36	-2,24	-3,66	-3,41	-5,16	-4,16	-3,41	-3,66	-3,16
Jul-06	-3,63	-5,47	-3,37	-4,30	-4,30	-5,77	-4,05	-3,88	-4,13	-4,13
Set-06	-3,95	-5,32	-3,28	-4,62	-5,28	-3,95	-4,95	-3,62	-4,95	-5,28
Nov-06	-3,32	-6,48	-3,82	-4,15	-5,82	-6,15	-4,32	-4,32	-4,98	-5,32
Jan-07	-3,75	-8,25	-4,75	-5,39	-7,25	-6,89	-7,25	-6,25	-6,75	-6,75
Mar-07	-3,78	-5,45	-5,45	-3,56	-4,45	-5,12	-3,95	-0,95	-4,58	-4,58
Mai-07	-4,88	-5,08	-4,88	-4,21	-4,88	-5,01	-4,88	-3,88	-4,81	-4,75
Jul-07	-3,85	-4,35	-2,52	-3,52	-4,25	-4,35	-3,35	-3,68	-4,02	-3,35
Set-07	-4,90	-6,07	-7,90	-7,57	-5,90	-7,23	-4,90	-7,23	-5,90	-6,57
Nov-07	-7,50	-10,42	-3,50	-10,17	-10,17	-5,17	-10,17	-9,92	-10,17	-9,00
Jan-08	-11,37	-7,37	-7,20	-9,87	-7,54	-9,37	-7,37	-2,70	-6,04	-6,37
Mar-08	-4,59	-5,59	-5,93	-3,93	-7,76	-5,93	-6,69	-4,93	-6,26	-7,26
Mai-08	-6,31	-7,31	-6,31	-6,14	-7,31	-7,64	-7,69	-6,31	-6,81	-6,81
Jul-08	-4,90	-8,40	-5,40	-5,23	-6,73	-7,90	-5,23	-3,23	-6,23	-5,57
Set-08	-4,57	-6,57	-4,40	-4,40	-6,30	-6,40	-4,15	-3,65	-5,00	-5,17
Nov-08	-4,72	-6,22	-4,88	-3,89	-5,35	-5,72	-5,05	-3,22	-5,68	-5,45
Jan-09	-5,61	-6,78	-7,14	-8,98	-7,11	-8,28	-6,61	-5,94	-6,28	-7,08
Mar-09	-4,12	-4,12	-4,46	-3,62	-3,42	-4,12	-2,46	-2,62	-3,46	-3,29
Mai-09	-5,63	-7,46	-6,13	-5,56	-5,76	-5,46	-5,63	-5,46	-5,76	-6,13
Jul-09	-4,66	-5,83	-5,49	-3,99	-3,83	-5,33	-5,33	-3,33	-4,16	-4,29
Set-09	-4,24	-2,40	-4,82	-2,40	-4,30	-4,40	-4,57	-2,90	-5,24	-4,40
Nov-09	-6,21	-3,88	-6,38	-4,21	-6,21	-5,71	-5,88	-4,71	-6,21	-6,21
Jan-10	-5,37	-4,37	-5,37	-3,37	-5,37	-5,37	-5,81	-3,87	-5,87	-5,04
Mar-10	-4,55	-5,55	-4,96	-4,55	-5,35	-4,75	-5,85	-3,30	-5,15	-5,15
Mai-10	-4,77	-5,47	-6,22	-2,67	-5,27	-5,27	-4,21	-4,22	-5,27	-5,27
Jul-10	-6,13	-7,63	-4,97	-4,47	-5,63	-6,97	-6,20	-6,20	-5,97	-5,97
Set-10	-5,26	-6,92	-4,76	-6,92	-6,66	-6,92	-9,59	-9,52	-6,59	-6,59
Nov-10	-5,82	-7,48	-5,73	-7,15	-7,07	-7,15	-6,23	-7,15	-6,69	-8,15
Jan-11	-5,74	-6,91	-3,74	-7,74	-6,57	-6,57	-5,66	-7,57	-6,74	-7,74
Mar-11	-4,27	-5,10	-6,35	-5,43	-6,77	-4,27	-6,77	-5,93	-6,43	-8,43
BASE MÉDIA GERAL	-5,10	-6,00	-5,14	-5,11	-5,77	-5,94	-5,44	-4,67	-5,60	-5,60
RISCO DE BASE¹	1,42	1,56	1,56	1,86	1,48	1,25	1,70	1,97	1,35	1,44

¹Risco de base corresponde ao desvio padrão das bases encontradas.

Nota: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Fonte: Dados da pesquisa

Os preços da saca de milho a vista das praças estudadas são menores que o preço cotado na BM&FBOVESPA, relevando uma base fraca. O enfraquecimento da base é justificado pelo distanciamento dos municípios avaliados da praça de referência da Bolsa (Campinas/SP). O enfraquecimento da base para a cultura do milho no estado de Goiás também foi observado por Oliveira Neto *et al.* (2009).

Apesar da base apresentar valor negativo, a diferença entre os preços a vista e futuro foi pequena. A diferença entre os preços futuro e a vista está relacionada com a subtração das despesas inseridas nos processos de armazenagem, transporte (frete), serviços de corretagem e impostos.

Quanto ao risco de base, quanto maior, menor deve ser o nível de *hedging* comercializado na Bolsa. O município de Mineiros foi a localidade que apresentou menor risco de base, dessa forma, os valores da base encontrados nessa praça variam para mais ou para menos em R\$ 1,25. Morrinhos foi o município goiano que apresentou maior risco de base, com o risco de R\$ 1,97. Em geral o risco de base das praças foram baixos, demonstrando que o mercado futuro pode ser usado como um instrumento de gerenciamento de riscos de preços pelos agentes inseridos na cadeia produtiva do milho das regiões.

5.2 Testes de raiz unitária

O teste de raiz unitária objetiva-se verificar se as séries temporais em estudo são estacionárias em nível ou por diferenças. Na resolução dos dois testes de raiz unitária buscou utilizar o número adequado de defasagens. Os critérios utilizados para determinar o número de defasagens das séries foram os métodos tradicionais de *Akaike* (*AIC*) e *Schwarz* (*SC*). Buscou adotar os menores valores possíveis de *AIC* e *SC*, mesmo sendo negativos e quando houve divergência de defasagens optou pelo menor valor entre os critérios, pois este tende a apresentar melhor ajustamento¹¹ (ARAÚJO FILHO, 2005).

Por meio da verificação da estacionariedade das séries é possível descobrir a ordem de integração de uma variável, ou seja, o número de vezes que a série deve ser diferenciada para tornar-se estacionária. O estudo optou pelos testes Dickey-Fuller aumentado (ADF) e o teste DF-GLS (Elliot *et al.*, 1996) que foram estimados para as

¹¹ As Tabelas A1a A8 (apêndice) apresentam o cálculo da escolha do número de defasagens dos testes de raiz unitária ADF e DF/GLS.

séries semanais com intercepto e com intercepto e tendência, tanto em nível quanto em diferença.

Na utilização do teste Dickey-Fuller aumentado (ADF), o critério de rejeição indica rejeitar H_0 se o valor calculado for, em módulo, menor que os valores críticos tabulados por Dickey-Fuller, o que significa que a série é não estacionária. Dessa forma, procede-se novamente o teste ADF com a série em diferenças.

Por meio do teste ADF para as séries em nível com intercepto e com intercepto e tendência (Tabela 4), verificou-se que os valores calculados para os preços de milho para as variáveis em análise, BM&FBOVESPA e os municípios goianos, são menores (em módulo) que os valores críticos tabelados por Dickey-Fuller. Desta forma, rejeita-se a hipótese nula ($\delta = 0$), o que significa que existe raiz unitária e que as séries em análise são não estacionárias. As séries em análise não foram estacionárias mesmo no nível de significância de 10%.

Tabela 4: Resultados dos Testes de Raíz Unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para os preços de milho na BM&FBOVESPA e dos dez municípios produtores goianos analisados

Variáveis	Lags*	Teste ADF	Valores críticos			Resultado
			1%	5%	10%	
Série em nível c/ intercepto						
BM&FBOVESPA	0	-1,212	-3,487	-2,886	-2,580	Não estacionária
AC	0	-1,661	-3,487	-2,886	-2,580	Não estacionária
CC	0	-0,693	-3,487	-2,886	-2,580	Não estacionária
CT	0	-1,579	-3,487	-2,886	-2,580	Não estacionária
IT	0	-1,158	-3,487	-2,886	-2,580	Não estacionária
JA	0	-1,537	-3,487	-2,886	-2,580	Não estacionária
MN	0	-0,432	-3,487	-2,886	-2,580	Não estacionária
MT	0	-1,177	-3,487	-2,886	-2,580	Não estacionária
MR	0	-1,821	-3,487	-2,886	-2,580	Não estacionária
RV	0	-1,623	-3,487	-2,886	-2,580	Não estacionária
SH	0	-1,627	-3,487	-2,886	-2,580	Não estacionária
Série em nível c/ tendência e c/ intercepto						
BM&FBOVESPA	0	-1,533	-4,038	-3,449	-3,150	Não estacionária
AC	0	-2,042	-4,038	-3,449	-3,150	Não estacionária
CC	0	-1,136	-4,038	-3,449	-3,150	Não estacionária
CT	0	-1,846	-4,038	-3,449	-3,150	Não estacionária
IT	0	-1,629	-4,038	-3,449	-3,150	Não estacionária
JA	0	-1,850	-4,038	-3,449	-3,150	Não estacionária
MN	3	-2,237	-4,038	-3,449	-3,150	Não estacionária
MT	0	-1,511	-4,038	-3,449	-3,150	Não estacionária
MR	0	-2,053	-4,038	-3,449	-3,150	Não estacionária
RV	0	-1,889	-4,038	-3,449	-3,150	Não estacionária
SH	0	-1,838	-4,038	-3,449	-3,150	Não estacionária

*Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike e Schwarz.

Nota: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Fonte: Resultados da pesquisa

No entanto, houve a necessidade da aplicação do teste ADF com as séries em primeira diferença, com intuito de verificar a estacionariedade das séries temporais. Ao analisar o teste ADF com as séries em diferença verificou-se que os valores críticos calculados foram maiores que os valores tabelados. Desta forma, rejeita-se a hipótese que existe raiz unitária, e conclui-se que as séries analisadas são estacionárias em primeira diferença, ou seja, as variáveis são integradas de ordem 1, I(1) (Tabela 5).

Tabela 5: Resultados dos Testes de Raíz Unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para os preços de milho na BM&FBOVESPA e dos dez municípios produtores goianos analisados

Variáveis	Lags*	Teste ADF	Valores críticos			Resultado
			1%	5%	10%	
Série em primeira diferença c/ intercepto						
DBM&FBOVESPA	0	-9,674	-3,488	-2,887	-2,580	Estacionária
DAC	0	-11,414	-3,488	-2,887	-2,580	Estacionária
DCC	0	-10,050	-3,488	-2,887	-2,580	Estacionária
DCT	0	-10,637	-3,488	-2,887	-2,580	Estacionária
DIT	0	-11,070	-3,488	-2,887	-2,580	Estacionária
DJA	0	-10,586	-3,488	-2,887	-2,580	Estacionária
DMN	2	-4,086	-3,488	-2,887	-2,580	Estacionária
DMT	0	-10,396	-3,488	-2,887	-2,580	Estacionária
DMR	0	-9,693	-3,488	-2,887	-2,580	Estacionária
DRV	0	-9,858	-3,488	-2,887	-2,580	Estacionária
DSH	0	-9,279	-3,488	-2,887	-2,580	Estacionária
Série em primeira diferença c/ tendência e c/ intercepto						
DBM&FBOVESPA	0	-9,674	-4,039	-3,449	-3,150	Estacionária
DAC	0	-11,409	-4,039	-3,449	-3,150	Estacionária
DCC	0	-10,096	-4,039	-3,449	-3,150	Estacionária
DCT	0	-10,607	-4,039	-3,449	-3,150	Estacionária
DIT	0	-11,080	-4,039	-3,449	-3,150	Estacionária
DJA	0	-10,561	-4,039	-3,449	-3,150	Estacionária
DMN	2	-4,219	-4,039	-3,449	-3,150	Estacionária
DMT	0	-10,412	-4,039	-3,449	-3,150	Estacionária
DMR	0	-9,670	-4,039	-3,449	-3,150	Estacionária
DRV	0	-9,830	-4,039	-3,449	-3,150	Estacionária
DSH	0	-9,252	-4,039	-3,449	-3,150	Estacionária

*Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike e Schwarz.

Nota: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Fonte: Resultados da pesquisa

Outro teste de raiz unitária utilizado para confirmação da estacionariedade das séries foi o teste DF-GLS. O teste foi proposto por Elliot *et al.* (1996) e consiste numa modificação do teste ADF de Dickey-Fuller.

O teste DF-GLS aplicado em nível (Tabela 6) mostrou que as séries são não estacionárias, pois os valores calculados (em módulo) foram menores que os valores críticos com níveis de significância de 1%, 5% e 10%. Dessa forma, rejeita-se a hipótese nula de raiz unitária.

Tabela 6: Resultados dos Testes de Raíz Unitária de DF-GLS para os preços de milho na BM&FBOVESPA e dos dez municípios produtores goianos analisados

Variáveis	Lags*	Teste ADF	Valores críticos			Resultado
			1%	5%	10%	
Série em nível c/ intercepto						
BM&FBOVESPA	0	-0,656	-2,585	-1,944	-1,615	Não estacionária
AC	0	-1,124	-2,585	-1,944	-1,615	Não estacionária
CC	0	0,066	-2,585	-1,944	-1,615	Não estacionária
CT	0	-0,954	-2,585	-1,944	-1,615	Não estacionária
IT	0	-0,602	-2,585	-1,944	-1,615	Não estacionária
JA	0	-0,573	-2,585	-1,944	-1,615	Não estacionária
MN	0	0,273	-2,585	-1,944	-1,615	Não estacionária
MT	0	-0,764	-2,585	-1,944	-1,615	Não estacionária
MR	0	-1,394	-2,585	-1,944	-1,615	Não estacionária
RV	0	-0,706	-2,585	-1,944	-1,615	Não estacionária
SH	0	-1,093	-2,585	-1,944	-1,615	Não estacionária
Série em nível c/ tendência e c/ intercepto						
BM&FBOVESPA	0	-1,659	-3,560	-3,013	-2,723	Não estacionária
AC	0	-2,187	-3,560	-3,013	-2,723	Não estacionária
CC	0	-1,390	-3,560	-3,013	-2,723	Não estacionária
CT	0	-1,920	-3,560	-3,013	-2,723	Não estacionária
IT	0	-1,814	-3,560	-3,013	-2,723	Não estacionária
JA	0	-1,909	-3,560	-3,013	-2,723	Não estacionária
MN	3	-2,560	-3,560	-3,013	-2,723	Não estacionária
MT	0	-1,748	-3,560	-3,013	-2,723	Não estacionária
MR	0	-2,151	-3,560	-3,013	-2,723	Não estacionária
RV	0	-1,934	-3,560	-3,013	-2,723	Não estacionária
SH	0	-1,915	-3,560	-3,013	-2,723	Não estacionária

*Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike e Schwarz.

Nota: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Fonte: Resultados da pesquisa

Para comprovar a estacionariedade das séries aplicou-se o teste DF-GLS em primeira diferença. O resultado pode ser verificado na Tabela 7. Nela podemos observar que os valores calculados (em módulo) são maiores que os valores críticos, o que significa que não existe raiz unitária e que as séries em análise são estacionárias.

Tabela 7: Resultados dos Testes de Raíz Unitária de DF-GLS para os preços de milho na BM&FBOVESPA e dos dez municípios produtores goianos analisados

Variáveis	Lags*	Teste ADF	Valores críticos			Resultado
			1%	5%	10%	
Série em primeira diferença c/ intercepto						
DBM&FBOVESPA	0	-7,930	-2,585	-1,944	-1,615	Estacionária
DAC	0	-11,432	-2,585	-1,944	-1,615	Estacionária
DCC	0	-7,113	-2,585	-1,944	-1,615	Estacionária
DCT	0	-10,663	-2,585	-1,944	-1,615	Estacionária
DIT	0	-11,076	-2,585	-1,944	-1,615	Estacionária
DJA	0	-10,547	-2,585	-1,944	-1,615	Estacionária
DMN	2	-2,531	-2,585	-1,944	-1,615	Estacionária
DMT	0	-10,413	-2,585	-1,944	-1,615	Estacionária
DMR	0	-9,719	-2,585	-1,944	-1,615	Estacionária
DRV	0	-9,849	-2,585	-1,944	-1,615	Estacionária
DSH	0	-9,302	-2,585	-1,944	-1,615	Estacionária
Série em primeira diferença c/ tendência e c/ intercepto						
DBM&FBOVESPA	0	-8,967	-3,561	-3,014	-2,724	Estacionária
DAC	0	-11,503	-3,561	-3,014	-2,724	Estacionária
DCC	1	-5,208	-3,561	-3,014	-2,724	Estacionária
DCT	0	-10,700	-3,561	-3,014	-2,724	Estacionária
DIT	0	-11,170	-3,561	-3,014	-2,724	Estacionária
DJA	0	-10,588	-3,561	-3,014	-2,724	Estacionária
DMN	2	-3,134	-3,561	-3,014	-2,724	Estacionária
DMT	0	-9,850	-3,561	-3,014	-2,724	Estacionária
DMR	0	-9,753	-3,561	-3,014	-2,724	Estacionária
DRV	0	-9,859	-3,561	-3,014	-2,724	Estacionária
DSH	0	-9,332	-3,561	-3,014	-2,724	Estacionária

*Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike e Schwarz.

Nota: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Fonte: Resultados da pesquisa

Por meio da avaliação dos dois testes de raiz unitária conclui-se que as séries temporais analisadas são estacionárias de ordem $I(1,1)$.

5.3 Teste de causalidade de Granger

O teste de causalidade de Granger deve ser realizado utilizando variáveis que sejam estacionárias. Por meio dos testes de raiz unitária detectou que as séries são estacionárias em primeira diferença, e dessa forma, foi estimado o teste de causalidade de Granger em primeira diferença.

O teste de causalidade foi analisado com objetivo de confirmar a direção das transmissões de preços entre a BM&FBOVESPA e os dez municípios goianos estudados. As análises foram feitas por combinações em pares das onze praças, no intuito de verificar o sentido da precedência temporal. Se a variável X preceder a

variável Y, diz que o valor de X ajuda a prever o valor de Y. Se a previsão de Y melhora ao incluir valores passados de X, conclui-se que a variável X ‘causa’ no sentido de Granger a variável Y.

Dentre as relações de causalidade formadas, buscou primeiramente relacionar a BM&FBOVESPA com os dez municípios goianos, depois o município de Acreúna (AC) com os nove municípios restantes, logo o município de Chapadão do Céu (CC) com os oito municípios restantes, e assim sucessivamente, formando uma combinação de 54 relações (Tabela 8).

Tabela 8: Resultados do teste de causalidade de Granger entre os preços de milho da BM&FBOVESPA e importantes municípios produtores do estado de Goiás

Hipótese nula	Lags	Teste F*	Valor p	Decisão	Causalidade
BM&FBOVESPA (PF) e ACREÚNA (AC)					
DPF não causa DAC	1	0,827	0,365	Não rejeita H_0	Independentes
DAC não causa DPF	1	0,482	0,489	Não rejeita H_0	
BM&FBOVESPA (PF) e CHAPADÃO DO CÉU (CC)					
DPF não causa DCC	1	14,989	0,000	Rejeita H_0	Unidirecional
DCC não causa DPF	1	0,001	0,970	Não rejeita H_0	
BM&FBOVESPA (PF) e CRISTALINA (CT)					
DPF não causa DCT	1	0,637	0,427	Não rejeita H_0	Independentes
DCT não causa DPF	1	1,981	0,162	Não rejeita H_0	
BM&FBOVESPA (PF) e ITUMBIARA (IT)					
DPF não causa DIT	1	0,217	0,643	Não rejeita H_0	Independentes
DIT não causa DPF	1	1,081	0,301	Não rejeita H_0	
BM&FBOVESPA (PF) e JATAÍ (JA)					
DPF não causa DJA	1	1,059	0,306	Não rejeita H_0	Unidirecional
DJA não causa DPF	1	5,156	0,025	Rejeita H_0	
BM&FBOVESPA (PF) e MINEIROS (MN)					
DPF não causa DMN	1	0,063	0,802	Não rejeita H_0	Unidirecional
DMN não causa DPF	1	5,646	0,019	Rejeita H_0	
BM&FBOVESPA (PF) e MONTIVIDIU (MT)					
DPF não causa DMT	1	0,627	0,430	Não rejeita H_0	Independentes
DMT não causa DPF	1	0,018	0,892	Não rejeita H_0	
BM&FBOVESPA (PF) e MORRINHOS (MR)					
DPF não causa DMR	2	10,234	0,000	Rejeita H_0	Unidirecional
DMR não causa DPF	2	0,874	0,420	Não rejeita H_0	
BM&FBOVESPA (PF) e RIO VERDE (RV)					
DPF não causa DRV	1	1,612	0,207	Não rejeita H_0	Independentes
DRV não causa DPF	1	1,659	0,200	Não rejeita H_0	
BM&FBOVESPA (PF) e STA HELENA (SH)					
DPF não causa DSH	1	2,435	0,121	Não rejeita H_0	Unidirecional
DSH não causa DPF	1	6,368	0,013	Rejeita H_0	
ACREÚNA (AC) e CHAPADÃO DO CÉU (CC)					
DAC não causa DCC	1	0,984	0,323	Não rejeita H_0	Independentes
DCC não causa DAC	1	0,590	0,444	Não rejeita H_0	
ACREÚNA (AC) e CRISTALINA (CT)					
DAC não causa DCT	1	0,023	0,879	Não rejeita H_0	Independentes
DCT não causa DAC	1	2,448	0,121	Não rejeita H_0	
ACREÚNA (AC) e ITUMBIARA (IT)					
DAC não causa DIT	1	0,645	0,424	Não rejeita H_0	Independentes
DIT não causa DAC	1	0,546	0,462	Não rejeita H_0	

Continuação ...

ACREÚNA (AC) e JATAÍ (JA)						
DAC não causa DJA	1	0,008	0,930	Não rejeita H ₀	Unidirecional	
DJA não causa DAC	1	3,290	0,072	Rejeita H ₀		
ACREÚNA (AC) e MINEIROS (MN)						
DAC não causa DMN	1	0,685	0,410	Não rejeita H ₀	Unidirecional	
DMN não causa DAC	1	4,640	0,033	Rejeita H ₀		
ACREÚNA (AC) e MONTIVÍDIU (MT)						
DAC não causa DMT	1	0,453	0,502	Não rejeita H ₀	Independentes	
DMT não causa DAC	1	0,568	0,453	Não rejeita H ₀		
ACREÚNA (AC) e MORRINHOS (MR)						
DAC não causa DMR	2	5,831	0,004	Rejeita H ₀	Bilateral	
DMR não causa DAC	2	5,515	0,005	Rejeita H ₀		
ACREÚNA (AC) e RIO VERDE (RV)						
DAC não causa DRV	2	3,564	0,032	Rejeita H ₀	Bilateral	
DRV não causa DAC	2	8,949	0,000	Rejeita H ₀		
ACREÚNA (AC) e STA HELENA (SH)						
DAC não causa DSH	1	1,054	0,307	Não rejeita H ₀	Independentes	
DSH não causa DAC	1	1,183	0,279	Não rejeita H ₀		
CHAPADÃO DO CÉU (CC) e CRISTALINA (CT)						
DCC não causa DCT	1	0,493	0,484	Não rejeita H ₀	Unidirecional	
DCT não causa DCC	1	5,274	0,023	Rejeita H ₀		
CHAPADÃO DO CÉU (CC) e ITUMBIARA (IT)						
DCC não causa DIT	1	0,919	0,340	Não rejeita H ₀	Unidirecional	
DIT não causa DCC	1	3,110	0,081	Rejeita H ₀		
CHAPADÃO DO CÉU (CC) e JATAÍ (JA)						
DCC não causa DJA	1	0,669	0,415	Não rejeita H ₀	Unidirecional	
DJA não causa DCC	1	2,464	0,000	Rejeita H ₀		
CHAPADÃO DO CÉU (CC) e MINEIROS (MN)						
DCC não causa DMN	1	3,881	0,051	Rejeita H ₀	Bilateral	
DMN não causa DCC	1	4,269	0,041	Rejeita H ₀		
CHAPADÃO DO CÉU (CC) e MONTIVÍDIU (MT)						
DCC não causa DMT	1	0,004	0,951	Não rejeita H ₀	Unidirecional	
DMT não causa DCC	1	7,832	0,006	Rejeita H ₀		
CHAPADÃO DO CÉU (CC) e MORRINHOS (MR)						
DCC não causa DMR	1	0,994	0,321	Não rejeita H ₀	Independentes	
DMR não causa DCC	1	2,323	0,130	Não rejeita H ₀		
CHAPADÃO DO CÉU (CC) e RIO VERDE (RV)						
DCC não causa DRV	1	0,908	0,343	Não rejeita H ₀	Unidirecional	
DRV não causa DCC	1	9,422	0,003	Rejeita H ₀		
CHAPADÃO DO CÉU (CC) e STA HELENA (SH)						
DCC não causa DSH	2	0,369	0,692	Não rejeita H ₀	Unidirecional	
DSH não causa DCC	2	16,399	0,000	Rejeita H ₀		
CRISTALINA (CT) e ITUMBIARA (IT)						
DCT não causa DIT	1	1,048	0,308	Não rejeita H ₀	Independentes	
DIT não causa DCT	1	1,671	0,199	Não rejeita H ₀		
CRISTALINA (CT) e JATAÍ (JA)						
DCT não causa DJA	1	3,064	0,083	Rejeita H ₀	Unidirecional	
DJA não causa DCT	1	0,346	0,558	Não rejeita H ₀		
CRISTALINA (CT) e MINEIROS (MN)						
DCT não causa DMN	1	0,219	0,641	Não rejeita H ₀	Unidirecional	
DMN não causa DCT	1	4,727	0,032	Rejeita H ₀		
CRISTALINA (CT) e MONTIVÍDIU (MT)						
DCT não causa DMT	1	1,100	0,297	Não rejeita H ₀	Independentes	
DMT não causa DCT	1	0,688	0,409	Não rejeita H ₀		
CRISTALINA (CT) e MORRINHOS (MR)						
DCT não causa DMR	1	3,526	0,063	Rejeita H ₀	Unidirecional	
DMR não causa DCT	1	0,124	0,725	Não rejeita H ₀		

Continuação ...

CRISTALINA (CT) e RIO VERDE (RV)					
DCT não causa DRV	1	3,626	0,059	Rejeita H_0	Unidirecional
DRV não causa DCT	1	0,068	0,795	Não rejeita H_0	
CRISTALINA (CT) e STA HELENA (SH)					
DCT não causa DSH	1	0,788	0,377	Não rejeita H_0	Independentes
DSH não causa DCT	1	0,035	0,852	Não rejeita H_0	
ITUMBIARA (IT) e JATAÍ (JA)					
DIT não causa DJA	1	0,498	0,482	Não rejeita H_0	Independentes
DJA não causa DIT	1	0,624	0,431	Não rejeita H_0	
ITUMBIARA (IT) e MINEIROS (MN)					
DIT não causa DMN	1	12,272	0,000	Rejeita H_0	Unidirecional
DMN não causa DIT	1	0,103	0,748	Não rejeita H_0	
ITUMBIARA (IT) e MONTIVÍDIU (MT)					
DIT não causa DMT	1	0,069	0,793	Não rejeita H_0	Independentes
DMT não causa DIT	1	0,005	0,943	Não rejeita H_0	
ITUMBIARA (IT) e MORRINHOS (MR)					
DIT não causa DMR	1	0,028	0,869	Não rejeita H_0	Independentes
DMR não causa DIT	1	0,000	1,000	Não rejeita H_0	
ITUMBIARA (IT) e RIO VERDE (RV)					
DIT não causa DRV	1	0,343	0,559	Não rejeita H_0	Independentes
DRV não causa DIT	1	1,076	0,302	Não rejeita H_0	
ITUMBIARA (IT) e STA HELENA (SH)					
DIT não causa DSH	1	0,032	0,859	Não rejeita H_0	Unidirecional
DSH não causa DIT	1	4,003	0,048	Rejeita H_0	
JATAÍ (JA) e MINEIROS (MN)					
DJA não causa DMN	1	3,083	0,082	Rejeita H_0	Unidirecional
DMN não causa DJA	1	0,472	0,494	Não rejeita H_0	
JATAÍ (JA) e MONTIVÍDIU (MT)					
DJA não causa DMT	1	7,550	0,007	Rejeita H_0	Unidirecional
DMT não causa DJA	1	0,211	0,647	Não rejeita H_0	
JATAÍ (JA) e MORRINHOS (MR)					
DJA não causa DMR	1	2,550	0,113	Não rejeita H_0	Unidirecional
DMR não causa DJA	1	3,625	0,059	Rejeita H_0	
JATAÍ (JA) e RIO VERDE (RV)					
DJA não causa DRV	1	6,301	0,013	Rejeita H_0	Unidirecional
DRV não causa DJA	1	1,389	0,241	Não rejeita H_0	
JATAÍ (JA) e STA HELENA (SH)					
DJA não causa DSH	1	0,636	0,427	Não rejeita H_0	Unidirecional
DSH não causa DJA	1	13,327	0,000	Rejeita H_0	
MINEIROS (MN) e MONTIVÍDIU (MT)					
DMN não causa DMT	1	1,295	0,257	Não rejeita H_0	Independentes
DMT não causa DMN	1	0,208	0,649	Não rejeita H_0	
MINEIROS (MN) e MORRINHOS (MR)					
DMN não causa DMR	2	5,309	0,006	Rejeita H_0	Unidirecional
DMR não causa DMN	2	1,757	0,177	Não rejeita H_0	
MINEIROS (MN) e RIO VERDE (RV)					
DMN não causa DRV	4	13,225	0,000	Rejeita H_0	Bilateral
DRV não causa DMN	4	3,893	0,005	Rejeita H_0	
MINEIROS (MN) e STA HELENA (SH)					
DMN não causa DSH	2	7,150	0,001	Rejeita H_0	Unidirecional
DSH não causa DMN	2	1,834	0,165	Não rejeita H_0	
MONTIVÍDIU (MT) e MORRINHOS (MR)					
DMT não causa DMR	1	0,041	0,021	Não rejeita H_0	Independentes
DMR não causa DMT	1	5,484	0,840	Não rejeita H_0	
MONTIVÍDIU (MT) e RIO VERDE (RV)					
DMT não causa DRV	1	0,005	0,942	Não rejeita H_0	Unidirecional
DRV não causa DMT	1	5,253	0,024	Rejeita H_0	

Continuação ...

MONTIVIDIU (MT) e STA HELENA (SH)						
DMT não causa DSH	1	0,007	0,935	Não rejeita H_0	Unidirecional	
DSH não causa DMT	1	22,655	0,000	Rejeita H_0		
MORRINHOS (MR) e RIO VERDE (RV)						
DMR não causa DRV	1	2,206	0,140	Não rejeita H_0	Unidirecional	
DRV não causa DMR	1	5,267	0,024	Rejeita H_0		
MORRINHOS (MR) e STA HELENA (SH)						
DMR não causa DSH	1	0,588	0,445	Não rejeita H_0	Unidirecional	
DSH não causa DMR	1	26,512	0,000	Rejeita H_0		
RIO VERDE (RV) e STA HELENA (SH)						
DRV não causa DSH	1	0,603	0,439	Não rejeita H_0	Unidirecional	
DSH não causa DRV	1	22,741	0,000	Rejeita H_0		

Fonte: Resultados da pesquisa

O número de defasagens inseridas no modelo foi resultado da análise do correlograma dos resíduos e dos menores valores dos critérios de informação de *Akaike* (AIC) e *Schwarz* (SC). A rejeição ou aceitação da hipótese nula foi baseada na relação entre o teste F e o valor p.

Analisando os resultados da Tabela 8, observa-se que o preço futuro da BM&FBOVESPA não apresentou muita influência na formação dos preços das praças goianas estudadas. Dentre os municípios, apenas os municípios de Chapadão do Céu e Morrinhos, apresentaram a hipótese nula rejeitada, ou seja, o preço futuro não causou no sentido de Granger os preços dos dois municípios, nesses casos o valor do teste F foi maior que o valor p. Os municípios de Jataí, Mineiros e Santa Helena de Goiás foram as praças que influenciaram na formação do preço do milho na BM&FBOVESPA.

Dentre as localidades estudadas verifica-se que Jataí, Mineiros, Rio Verde e Santa Helena de Goiás foram os principais municípios transmissores de preço do milho entre as praças estudadas¹². Os três primeiros se destacam em termo de produção, ocupam a 1^a, 2^a e 6^a posição, respectivamente, e suas economias são bastante influenciadas pelo segmento agroindustrial. O município de Santa Helena de Goiás também possui tradição agroindustrial e por fazer fronteiras com Rio Verde e pertencer ao sudoeste goiano, sofre bastante influência dessa microrregião.

Cristalina por ser a terceira maior região produtora do estado também apresentou boa influência na formação do preço do milho nos municípios goianos, e os municípios

¹²A Figura A1 do Apêndice, apresenta o mapa do estado de Goiás, destacando os municípios considerados no estudo. Este mapa é importante para auxiliar na localização dos municípios e na justificativa das precedências temporais existentes entre as praças goianas analisadas.

de Chapadão do Céu e Montividiu foram as praças que menos influenciaram os preços dos outros municípios.

Chapadão do Céu e Montividiu são também dois importantes pólos na produção de milho goiano e pertencentes a microrregião sudoeste goiano, ocupam a quarta e quinta posição, respectivamente, e mesmo assim não foram predecessores de preços dos outros municípios. Montividiu teve sua formação de preço influenciado por Rio Verde, município vizinho, e Chapadão do Céu foi influenciado por quase todos os outros municípios estudados.

Dentre as praças analisadas, muitas apresentaram relação de independência na formação de preços do milho, entre os municípios destacam Cristalina, Itumbiara e Acreúna. Podemos justificar essa característica pelo distanciamento geográfico que se encontram os municípios de Cristalina e Itumbiara dos outros municípios analisados e também pela influência que o estado de Minas Gerais poderá ter sobre eles, pois fazem divisas com o estado. Com relação a Acreúna, apenas Rio Verde e Jataí afetaram diretamente na formação de preço do milho, justificado pela proximidade geográfica e pela grande demanda do grão que esses dois municípios deparam.

Os principais municípios que apresentaram causalidade bilateral foram Mineiros e Rio Verde, Jataí e Morrinhos, Chapadão do Céu e Jataí, Acreúna e Morrinhos, e Acreúna e Rio Verde. A causalidade bilateral significa que um município causa no sentido de precedência temporal o outro. Essas relações são justificadas pela proximidade geográfica das praças, interligação dos mercados com intuito de abastecer a demanda de um setor específico, como granjas de aves e suínos, adoção de pacote tecnológico e mesmos sistemas de plantio.

5.4 Testes de Cointegração

O teste de cointegração foi verificado por meio dos testes de cointegração de Engle-Granger e Johansen.

Os processos para verificação do teste de cointegração de Engle-Granger foram o teste ADF para os pares de variáveis analisadas, onde comprovou que as séries são estacionárias de ordem 1, e o teste de raiz unitária dos resíduos, que foram obtidos após a estimação da regressão por mínimos quadrados ordinários, cujo resultado foi abordado na Tabela 9.

Tabela 9: Teste ADF do resíduo baseado no teste de cointegração de Engle-Granger

Variáveis	Resíduo ¹	Valor crítico ²	Resultado
Série em nível c/ intercepto			
AC-PF	-9.225	-2,589	Estacionária
CC-PF	-12.163	-2,589	Estacionária
CT-PF	-10.727	-2,589	Estacionária
IT-PF	-10.364	-2,589	Estacionária
JA-PF	-10.492	-2,589	Estacionária
MN-PF	-11.580	-2,589	Estacionária
MT-PF	-9.134	-2,589	Estacionária
MR-PF	-9.512	-2,589	Estacionária
RV-PF	-9.333	-2,589	Estacionária
SH-PF	-10.115	-2,589	Estacionária
Série em nível c/ tendência e c/ intercepto			
AC-PF	-9.232	-2,589	Estacionária
CC-PF	-12.335	-2,589	Estacionária
CT-PF	-10.726	-2,589	Estacionária
IT-PF	-10.613	-2,589	Estacionária
JA-PF	-10.533	-2,589	Estacionária
MN-PF	-11.757	-2,589	Estacionária
MT-PF	-9.478	-2,589	Estacionária
MR-PF	-9.095	-2,589	Estacionária
RV-PF	-9.291	-2,589	Estacionária
SH-PF	-10.110	-2,589	Estacionária

¹Equação: $S_t = \alpha + \beta F_t + \varepsilon_t$

²Valor crítico $\tau(= t)$ de Engle-Granger no nível de significância de 1%.

Nota1: Número de defasagens igual a 12, conforme escolha automática do Critério de Schwarz.

Nota2: PF – Preço Futuro (BM&FBOVESPA), AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Fonte: Resultados da pesquisa

Comparando o valor calculado dos resíduos com o valor crítico de Engle-Granger no nível de significância de 1%, verifica-se que as variáveis relacionadas são estacionárias, pois a hipótese nula de raiz unitária ($H_0: \alpha = 0$) dos resíduos foi rejeitada e dessa forma conclui-se que as variáveis analisadas são cointegradas. Existindo relação de cointegração entre as séries, diz-se que as mesmas apresentam uma relação linear estável no longo prazo.

O teste de cointegração de Johansen fornece o número de vetores cointegrados. No caso testou a hipótese nula de que não há nenhum vetor de cointegração versus a hipótese alternativa de que havia pelo menos um vetor de cointegração. Para isso foram utilizados os testes do traço e do máximo autovalor, cujos resultados estão expostos na Tabela 10.

Tabela 10: Resultados do teste de cointegração de Johansen

	H_0	Teste traço	Teste Máximo Autovalor	Valor crítico 5%	Valor crítico 1%	p - valor
Jataí	$R = 0$	40,746*	38,519*	15,41	20,04	0,282
	$R \leq 1$	2,227	2,227	3,76	6,65	0,019
Rio Verde	$R = 0$	49,710*	47,498*	15,41	20,04	0,335
	$R \leq 1$	2,212	2,212	3,76	6,65	0,018
Mineiros	$R = 0$	26,207*	18,298**	15,32	20,45	0,148
	$R \leq 1$	7,908	7,908	12,25	16,26	0,067
Cristalina	$R = 0$	23,809*	21,849*	15,41	20,04	0,171
	$R \leq 1$	1,960	1,960	3,76	6,65	0,016
Santa Helena de Góias	$R = 0$	51,150*	48,453*	15,41	20,04	0,341
	$R \leq 1$	2,697	2,697	3,76	6,65	0,022
Chapadão do Céu	$R = 0$	19,910**	19,140**	15,41	20,04	0,152
	$R \leq 1$	0,769	0,769	3,76	6,65	0,006
Montividiu	$R = 0$	31,471*	29,795*	15,41	20,04	0,226
	$R \leq 1$	1,675	1,675	3,76	6,65	0,014
Itumbiara	$R = 0$	42,558*	40,426*	15,41	20,04	0,294
	$R \leq 1$	2,131	2,131	3,76	6,65	0,018
Acreúna	$R = 0$	20,488*	18,009**	15,41	20,04	0,146
	$R \leq 1$	2,479	2,479	3,76	6,65	0,021
Morrinhos	$R = 0$	62,917*	58,629*	19,96	24,60	0,396
	$R \leq 1$	4,288	4,288	9,24	12,97	0,036

* (**) Indica a rejeição da hipótese nula ao nível de 1% (5%) de significância.

Fonte: Resultados da pesquisa

Pela análise da Tabela 10, verificou-se a rejeição da hipótese nula nos dez municípios goianos analisados, aceitando a hipótese alternativa, que implica na existência de cointegração, ou seja, as variáveis apresentam equilíbrio de longo prazo. Os resultados do teste de cointegração indicam que as variáveis, preço a vista dos dez municípios goianos analisados e o preço futuro da BM&FBOVESPA do milho, caminham juntos, apesar de serem individualmente não estacionárias.

5.5 Razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge*

5.5.1 Os Modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

A estimação da razão ótima e efetividade de *hedge* partiram da escolha do melhor modelo a ser utilizado, com intuito de indicar o método mais eficiente e confiável na negociação em contratos futuros. Dentre o modelo de Mínimos Quadrados Ordinários estudado foram abordados cinco métodos: o modelo convencional de regressão, o modelo convencional em diferença, o modelo de Myers e Thompson

(1987), o modelo Myers e Thompson (1989) e o modelo de Cointegração de Correção de Erros (ECM).

Primeiramente, partiu da estimação do modelo convencional de regressão linear em nível de preço. Os resultados do modelo 1 estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Resultados do modelo convencional de regressão linear em nível de preço pelo método de mínimos quadrados ordinários

		Coefficientes	Estatística t	Valor p	ROH	EFH
AC	Intercepto	-1.5044	-2,2101 ^{n/s}	0,0291	0,8352	0,8661
	F_t	0.8351	27,389*	0,0000	-	-
CC	Intercepto	-1.3881	-2,2192 ^{n/s}	0,0284	0,7905	0,8728
	F_t	0.7904	28.210*	0.000	-	-
CT	Intercepto	-2.0842	-2,996 ^{n/s}	0,0033	0,8624	0,8685
	F_t	0.8623	27.673*	0.000	-	-
IT	Intercepto	1.3993	2,198**	0,0299	0,7029	0,8396
	F_t	0.7028	24.645*	0.000	-	-
JA	Intercepto	-0.2663	-0,5393 ^{n/s}	0,5907	0,7495	0,9082
	F_t	0.7494	33.879*	0.000	-	-
MN	Intercepto	-2.9833	-5,4676 ^{n/s}	0,000	0,8649	0,9152
	F_t	0.8648	35.385	0,000	-	-
MT	Intercepto	-0.1214	-0,1883 ^{n/s}	0,8510	0,7557	0,8551
	F_t	0.7557	26.158*	0.000	-	-
MR	Intercepto	0.2260	0,2755 ^{n/s}	0,7834	0,7742	0,7928
	F_t	0.7742	21.067*	0.000	-	-
RV	Intercepto	-1.2554	-2,3646 ^{n/s}	0,0197	0,8010	0,9072
	F_t	0.8010	33.680*	0.000	-	-
SH	Intercepto	-0.0118	-0,024 ^{n/s}	0,9809	0,7441	0,9072
	F_t	0.7441	33.669*	0.000	-	-

Modelo convencional de regressão (Método 1): $S_t = \alpha + \beta F_t + \varepsilon_t$

* Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; n/s – não significativo

Nota1: Número de defasagens igual a 12, conforme escolha automática do Critério de Schwarz.

Nota2: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Nota3: ROH- razão ótima de *hedge* e EFH – efetividade de *hedge*

Fonte: Resultados da pesquisa

A estimação do *hedge* de mínima variância baseada na primeira equação não é muito confiável, pois a equação pode resultar em uma regressão espúria. O teste de raiz unitária em nível detectou que as séries são não estacionárias, e o fato de utilizar os preços em nível pode resultar em uma autocorrelação dos resíduos.

Pelo fato do primeiro método ser um modelo simples e ter grande possibilidade de apresentar uma regressão espúria, foi estimado um teste de raiz unitária nos resíduos dos quatro outros métodos analisados (2, 3, 4 e 5) com intuito de evitar a presença de

autocorrelação dos resíduos. A Tabela 12 apresenta os resultados do teste ADF estimado.

Tabela 12: Teste ADF dos resíduos baseado nos modelos MQO abordados

Variáveis	Resíduo ¹	Resíduo ²	Resíduo ³	Resíduo ⁴	Valor crítico ⁵	Resultado
Série em nível c/ intercepto						
AC-PF	-12,145	-11,911	-10,899	-6,583	-2,589	Estacionária
CC-PF	-12,047	-12,513	-10,832	-7,544	-2,589	Estacionária
CT-PF	-12,268	-11,184	-11,127	-7,208	-2,589	Estacionária
IT-PF	-11,799	-10,750	-11,451	-7,567	-2,589	Estacionária
JA-PF	-10,925	-10,142	-8,704	-6,631	-2,589	Estacionária
MN-PF	-11,688	-10,884	-11,301	-6,176	-2,589	Estacionária
MT-PF	-10,702	-10,325	-10,865	-5,968	-2,589	Estacionária
MR-PF	-8,853	-89,449	-9,605	-6,264	-2,589	Estacionária
RV-PF	-10,160	-10,066	-8,865	-6,698	-2,589	Estacionária
SH-PF	-9,621	-9,645	-10,577	-4,021	-2,589	Estacionária
Série em nível c/ tendência e c/ intercepto						
AC-PF	-12,115	-11,887	-10,874	-6,553	-2,589	Estacionária
CC-PF	-12,065	-12,530	-10,811	-7,534	-2,589	Estacionária
CT-PF	-12,214	-11,134	-11,084	-5,622	-2,589	Estacionária
IT-PF	-11,778	-10,732	-11,422	-7,661	-2,589	Estacionária
JA-PF	-10,877	-10,108	-8,671	-6,598	-2,589	Estacionária
MN-PF	-11,737	-10,936	-11,376	-6,140	-2,589	Estacionária
MT-PF	-10,676	-10,295	-10,826	-6,094	-2,589	Estacionária
MR-PF	-8,816	-8,909	-9,566	-6,271	-2,589	Estacionária
RV-PF	-10,122	-10,026	-8,825	-6,677	-2,589	Estacionária
SH-PF	-9,580	-9,606	-10,531	-4,355	-2,589	Estacionária

¹Método 2: $\Delta S_t = \alpha + \beta \Delta F_t + \varepsilon_t$

²Método 3: $\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \beta_2 \Delta S_{t-1} + \varepsilon_t$

³Método 4: $\Delta S_t = \alpha + \delta \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta \Delta S_{t-i} + \sum_{j=1}^p \gamma \Delta F_{t-j} + u_t$

⁴Método 5: $\Delta S_t = \beta_0 \mu_{t-1} + \beta_1 + \beta_2 \Delta F_t + \beta_3 \Delta S_{t-1} + \beta_4 \Delta S_{t-2} + \beta_5 \Delta F_{t-1} + \beta_6 \Delta F_{t-2} + \mu_t$; para $p = 2$.

⁶Valor crítico $\tau (= t)$ de Engle-Granger no nível de significância de 1%.

Nota1: Número de defasagens igual a 12, conforme escolha automática do Critério de Schwarz.

Nota2: PF – Preço Futuro (BM&FBOVESPA), AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Fonte: Resultados da pesquisa

Como o valor crítico de τ de Engle Granger, no nível de significância de 1%, foi menor (em módulo) que o valor calculado pelo teste ADF entre as variáveis estudadas, conclui-se que os resíduos das regressões são I(0) e as séries são estacionárias em nível.

Dessa forma, as séries de preços de milho dos municípios goianos analisados apresentam relação de longo prazo com a série de preço futuro da BM&FBOVESPA e

que estes preços tendem ao equilíbrio, comprovando que as variáveis são co-integradas. O teste comprova que os resíduos dos modelos de MQO aplicados nas equações não apresentam autocorrelação, dessa forma, o *hedge* de mínima variância pode ser calculado.

Utilizando o método convencional em primeira diferença (método 2) foi estimada a razão ótima de *hedge* ($H^* = ROH$), que é o coeficiente estimado da série do preço futuro em primeira diferença (ΔF_t), e a efetividade de *hedge* (EFH), através do coeficiente de determinação R^2 . Os resultados da estimação do método de mínimos quadrados ordinários da regressão linear em primeira diferença para os dez municípios goianos analisados pode ser visualizado na Tabela 13.

Tabela 13: Resultados da estimação do método de mínimos quadrados ordinários da regressão linear em primeira diferença

		Coefficientes	Estatística t	Valor p	ROH	EFH
AC	Intercepto	0.0427	0,3265 ^{n/s}	0,7446	0,6857	0,3337
	ΔF_t	0.6857	7,589*	0,000	-	-
CC	Intercepto	0.0832	0,865 ^{n/s}	0,3888	0,3795	0,2211
	ΔF_t	0.3794	5,712*	0.000	-	-
CT	Intercepto	0.0380	0,3317 ^{n/s}	0,7407	0,5807	0,3184
	ΔF_t	0.5806	7,328*	0.000	-	-
IT	Intercepto	0.0653	0,6171 ^{n/s}	0,5384	0,3501	0,1662
	ΔF_t	0.3500	7,298*	0.000	-	-
JA	Intercepto	0.0552	0,5434 ^{n/s}	0,5879	0,5118	0,3166
	ΔF_t	0.5117	7,298*	0.000	-	-
MN	Intercepto	0.0834	0,9019 ^{n/s}	0,369	0,4864	0,3355
	ΔF_t	0.4864	7,620*	0.000	-	-
MT	Intercepto	0.0520	0,4708 ^{n/s}	0,6387	0,5350	0,2995
	ΔF_t	0.5349	7,012*	0.000	-	-
MR	Intercepto	0.0471	0,3393 ^{n/s}	0,735	0,4320	0,1500
	ΔF_t	0.4319	4,504*	0.000	-	-
RV	Intercepto	0.0514	0,4713 ^{n/s}	0,6383	0,5618	0,3261
	ΔF_t	0.5618	7,460*	0.000	-	-
SH	Intercepto	0.0312	0,3052 ^{n/s}	0,7608	0,4580	0,2675
	ΔF_t	0.4579	6,480*	0.000	-	-

Método 2: $\Delta S_t = \alpha + \beta \Delta F_t + \varepsilon_t$

*Significativo a 1%; n/s – não significativo

Nota1: Número de defasagens igual a 12, conforme escolha automática do Critério de Schwarz.

Nota2: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Nota3: ROH- razão ótima de *hedge* e EFH – efetividade de *hedge*

Fonte: Resultados da pesquisa

O Método 3, baseada em Myers e Thompson (1987), foi estimada com intuito de obter a razão ótima de *hedge* e sua efetividade. A Tabela 14 apresenta os resultados do

modelo regressivo generalizado com os preços a vista defasados para as dez praças goianas analisadas.

Tabela 14: Resultados da estimação do método de mínimos quadrados ordinários do modelo regressivo generalizado com os preços a vista defasados

	AC	Coefficientes	Estatística t	Valor p	ROH	EFH
AC	Intercepto	0.0587	0,4442 ^{n/s}	0,6577	0,6904	0,3410
	ΔF_t	0.6904	7,596*	0,000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.0698	-0.914 ^{n/s}	0.362	-	-
CC	Intercepto	0.0711	0,729 ^{n/s}	0,467	0,3738	0,2194
	ΔF_t	0.3738	5.578*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	0.0421	0.509 ^{n/s}	0.611	-	-
CT	Intercepto	0.0523	0,4527 ^{n/s}	0,6516	0,6000	0,3289
	ΔF_t	0.5999	7.441*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.0921	-1.179 ^{n/s}	0.240	-	-
IT	Intercepto	0.0781	0,7303 ^{n/s}	0,4667	0,3626	0,1756
	ΔF_t	0.3625	4.888*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.0907	-1.053 ^{n/s}	0.294	-	-
JA	Intercepto	0.0703	0,6902 ^{n/s}	0,4915	0,5401	0,3325
	ΔF_t	0.5401	7.501*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.1268	-1.607 ^{n/s}	0.110	-	-
MN	Intercepto	0.0835	0,8915 ^{n/s}	0,3745	0,4935	0,3350
	ΔF_t	0.4935	7.466*	-0.700	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.055	0.000 ^{n/s}	0.484	-	-
MT	Intercepto	0.0605	0,5409 ^{n/s}	0,5896	0,5399	0,3028
	ΔF_t	0.5398	7.005*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.0338	-0.416 ^{n/s}	0.678	-	-
MR	Intercepto	0.0479	0,3407 ^{n/s}	0,734	0,4279	0,1533
	ΔF_t	0.4279	4.384*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	0.0478	0.547 ^{n/s}	0.584	-	-
RV	Intercepto	0.0561	0,507 ^{n/s}	0,613	0,5655	0,3270
	ΔF_t	0.5655	7.338*	-0.129	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.0101	0.000 ^{n/s}	0.897	-	-
SH	Intercepto	0.0354	0,3422 ^{n/s}	0,7328	0,4584	0,2695
	ΔF_t	0.4584	6.219*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	0.0108	0.130 ^{n/s}	0.896	-	-

Método 3: $\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \beta_2 \Delta S_{t-1} + \varepsilon_t$

* Significativo a 1%; n/s – não significativo

Nota1: Número de defasagens igual a 12, conforme escolha automática do Critério de Schwarz.

Nota2: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Nota3: ROH- razão ótima de *hedge* e EFH – efetividade de *hedge*

Fonte: Resultados da pesquisa

Myers e Thompson (1989) desenvolveram outro modelo que contribuíssem para a estimação da razão ótima de *hedge* mais confiável. A Tabela 15 apresenta os resultados da estimação do método de mínimos quadrados ordinários do modelo 4, regressivo generalizado com defasagem.

Tabela 15: Resultados da estimação do método de mínimos quadrados ordinários do modelo regressivo generalizado com defasagem

		Coefficientes	Estatística t	Valor p	ROH	EFH
AC	Intercepto	0.0672	0.5488 ^{n/s}	0,5842	0,6898	0,4623
	ΔF_t	0.6898	8.169*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.1114	-1.285 ^{n/s}	0.201	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.4224	-4.876 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔF_{t-1}	0.0084	0.081 ^{n/s}	0.935	-	-
	ΔF_{t-2}	0.3659	3.551*	0.0006	-	-
CC	Intercepto	0.0543	0,5837 ^{n/s}	0,5606	0,3423	0,3270
	ΔF_t	0.3423	5.328*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.1611	-1.703 ^{n/s}	0.091	-	-
	ΔS_{t-2}	0.0221	0.246 ^{n/s}	0.805	-	-
	ΔF_{t-1}	0.2835	3.934*	0.0001	-	-
	ΔF_{t-2}	0.0983	1.287 ^{n/s}	0.200	-	-
CT	Intercepto	0.0439	0,375 ^{n/s}	0,7083	0,6059	0,3458
	ΔF_t	0.6059	7.345*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.1548	-1.612 ^{n/s}	0.109	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.0902	-0.928 ^{n/s}	0.355	-	-
	ΔF_{t-1}	0.0978	0.988 ^{n/s}	0.325	-	-
	ΔF_{t-2}	0.1343	1.384 ^{n/s}	0.169	-	-
IT	Intercepto	0.0622	0,6067 ^{n/s}	0,5453	0,3456	0,2814
	ΔF_t	0.3455	4.875*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.1081	-1.202 ^{n/s}	0.231	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.1504	-1.674 ^{n/s}	0.097	-	-
	ΔF_{t-1}	0.0113	0.145 ^{n/s}	0.884	-	-
	ΔF_{t-2}	0.3058	3.992*	0.000	-	-
JA	Intercepto	0.0664	0,6868 ^{n/s}	0,4937	0,5387	0,4293
	ΔF_t	0.5387	7.918*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.2721	-2.975 ^{n/s}	0.003	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.2982	-3.262 ^{n/s}	0.001	-	-
	ΔF_{t-1}	0.1952	2.336**	0.021	-	-
	ΔF_{t-2}	0.2999	3.723*	0.000	-	-
MN	Intercepto	0.067	0,7150 ^{n/s}	0,4762	0,4814	0,3662
	ΔF_t	0.4813	7.267*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.0829	-0.862 ^{n/s}	0.390	-	-
	ΔS_{t-2}	0.0472	0.479 ^{n/s}	0.632	-	-
	ΔF_{t-1}	0.0275	0.341 ^{n/s}	0.733	-	-
	ΔF_{t-2}	0.1172	1.483 ^{n/s}	0.140	-	-
MT	Intercepto	0.0548	0,4861 ^{n/s}	0,6279	0,5323	0,3262
	ΔF_t	0.5323	6.850*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.0556	-0.561 ^{n/s}	0.575	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.1413	-1.424 ^{n/s}	0.157	-	-
	ΔF_{t-1}	0.0218	0.231 ^{n/s}	0.817	-	-
	ΔF_{t-2}	0.1744	1.854***	0.066	-	-
MR	Intercepto	0.0197	0,1483 ^{n/s}	0,8824	0,3817	0,2811
	ΔF_t	0.3816	4.135*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.008	-0.091 ^{n/s}	0.927	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.1996	-2.247 ^{n/s}	0.026	-	-
	ΔF_{t-1}	0.0933	0.940 ^{n/s}	0.348	-	-
	ΔF_{t-2}	0.4211	4.244*	0.000	-	-

Continuação ...

RV	Intercepto	0.0548	0,5353 ^{n/s}	0,5935	0,5862	0,4470
	ΔF_t	0.5862	8.233*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.123	-1.400 ^{n/s}	0.164	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.4031	-4.598 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔF_{t-1}	0.182	2.110**	0.037	-	-
	ΔF_{t-2}	0.2445	2.850*	0.005	-	-
SH	Intercepto	0.0119	0,1205 ^{n/s}	0,9043	0,4551	0,3671
	ΔF_t	0.4551	6.505*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.1455	-1.564 ^{n/s}	0.120	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.1982	-2.158 ^{n/s}	0.033	-	-
	ΔF_{t-1}	0.2109	2.584**	0.011	-	-
	ΔF_{t-2}	0.2791	3.473*	0.000	-	-

Método 4: $\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \beta_2 \Delta S_{t-1} + \beta_3 \Delta S_{t-2} + \beta_4 \Delta F_{t-1} + \beta_5 \Delta F_{t-2} + u_t$

* Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; *** Significativo a 10%; n/s – não significativo

Nota1: Número de defasagens igual a 12, conforme escolha automática do Critério de Schwarz.

Nota2: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Nota3: ROH- razão ótima de *hedge* e EFH – efetividade de *hedge*

Fonte: Resultados da pesquisa

Outro modelo de MQO abordado para estimar a razão ótima de *hedge* foi o modelo de séries cointegradas de Engle-Granger com mecanismo de correção de erro. A Tabela 16 apresenta os resultados do modelo com 2 defasagens, defasagens escolhidos de acordo com os critérios de Akaike e Schwarz.

Tabela 16: Resultados da estimação do método de mínimos quadrados ordinários do modelo de séries cointegradas incluindo o mecanismo de correção de erro

		Coefficientes	Estatística t	Valor p	ROH	EFH
AC	Intercepto	0.0578	0,6319 ^{n/s}	0,5288	0,7045	0,7025
	ΔF_t	0.7045	11.162*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.3934	-5.506 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.4578	-7.060 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔF_{t-1}	0.268	3.254*	0.000	-	-
	ΔF_{t-2}	0.4086	5.298*	0.000	-	-
	μ_t	0.6323	9.338*	0.000	-	-
CC	Intercepto	0.0456	0,5725 ^{n/s}	0,5682	0,4883	0,5104
	ΔF_t	0.4882	8.186*	0.0000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.3507	-4.059 ^{n/s}	0.0001	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.1445	-1.775 ^{n/s}	0.078	-	-
	ΔF_{t-1}	0.3924	6.124*	0.000	-	-
	ΔF_{t-2}	0.2254	3.295*	0.0013	-	-
	μ_t	0.4341	6.360*	0.000	-	-
CT	Intercepto	0.031	0,3162 ^{n/s}	0,7525	0,6640	0,5442
	ΔF_t	0.6639	9.527*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.3538	-4.132 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.2509	-2.959 ^{n/s}	0.0038	-	-
	ΔF_{t-1}	0.255	2.960*	0.003	-	-
	ΔF_{t-2}	0.2242	2.719*	0.007	-	-
	μ_t	0.4819	6.856*	0.000	-	-
IT	Intercepto	0.0226	0,2686 ^{n/s}	0,7888	0,5245	0,5229
	ΔF_t	0.5245	8.343*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.2985	-3.828 ^{n/s}	0.0002	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.2734	-3.626 ^{n/s}	0.0004	-	-
	ΔF_{t-1}	0.2768	3.789*	0.0000	-	-
	ΔF_{t-2}	0.4034	6.294*	0.0000	-	-
	μ_t	0.556	7.393*	0.000	-	-
JA	Intercepto	0.0132	0,1916 ^{n/s}	0,8484	0,6647	0,7108
	ΔF_t	0.6646	13.247*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.4775	-6.980 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.3584	-5.460 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔF_{t-1}	0.4004	6.354*	0.000	-	-
	ΔF_{t-2}	0.3315	5.746*	0.000	-	-
	μ_t	0.7472	10.254*	0.000	-	-
MN	Intercepto	0.072	1,0385 ^{n/s}	0,3014	0,6243	0,6545
	ΔF_t	0.6243	12.148*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.4305	-5.369 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.2792	-3.454 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔF_{t-1}	0.3353	4.920*	0.000	-	-
	ΔF_{t-2}	0.290	4.729*	0.000	-	-
	μ_t	0.674	9.491*	0.000	-	-
MT	Intercepto	0.0271	0,2938 ^{n/s}	0,7695	0,6367	0,5519
	ΔF_t	0.6367	9.763*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.2901	-3.330 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.315	-3.720 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔF_{t-1}	0.2609	3.110*	0.000	-	-
	ΔF_{t-2}	0.3373	4.208*	0.000	-	-
	μ_t	0.563	7.376*	0.000	-	-

Continuação ...

MR	Intercepto	-0.0533	-0,5085 ^{n/s}	0,6122	0,7402	0,5595
	ΔF_t	0.7401	8.752*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.2863	-3.689 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.327	-4.500 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔF_{t-1}	0.518	5.543*	0.000	-	-
	ΔF_{t-2}	0.5738	7.156*	0.000	-	-
	μ_t	0.6686	8.261*	0.000	-	-
RV	Intercepto	0.0010	0,0146 ^{n/s}	2,3987	0,7399	0,7199
	ΔF_t	0.7399	13.943*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.4249	-6.123 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.4159	-6.635 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔF_{t-1}	0.4268	6.455*	0.000	-	-
	ΔF_{t-2}	0.3591	5.759*	0.000	-	-
	μ_t	0.7655	10.257*	0.000	-	-
SH	Intercepto	-0.0301	-0,4373 ^{n/s}	0,6628	0,7050	0,6962
	ΔF_t	0.7049	13.081*	0.000	-	-
	ΔS_{t-1}	- 0.4605	-6.484 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔS_{t-2}	- 0.3734	-5.662 ^{n/s}	0.000	-	-
	ΔF_{t-1}	0.4881	7.833*	0.000	-	-
	ΔF_{t-2}	0.3626	6.421*	0.000	-	-
	μ_t	0.8326	10.816*	0.000	-	-

Método 5: $\Delta S_t = \beta_0 \mu_{t-1} + \beta_1 + \beta_2 \Delta F_t + \beta_5 \Delta S_{t-1} + \beta_6 \Delta S_{t-2} + \beta_3 \Delta F_{t-1} + \beta_4 \Delta F_{t-2} + \mu_t$; para $p = 2$.

*Significativo a 1%; n/s – não significativo

Nota1: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Nota2: ROH- razão ótima de *hedge* e EFH – efetividade de *hedge*

Fonte: Resultados da pesquisa

O objetivo da estimação dos cinco métodos pelo modelo de mínimos quadrados ordinários foi para comparar e selecionar o modelo mais satisfatório do ponto de vista econométrico. O modelo que apresentar menor critério de informação é o melhor. A Tabela 17 apresenta os critérios de informações, e comparando-os percebe-se que o método 5 apresenta menores critérios de *Akaike* (AIC) e *Schwarz* (SC). O método 5 apresenta a equação de séries cointegradas de Engle & Granger com o mecanismo de correção de erro.

Tabela 17: Resumo dos critérios de informação dos métodos MQO estimados

Modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)										
	Método 1		Método 2		Método 3		Método 4		Método 5	
Variáveis	AIC	SC								
AC	3,6559	3,7029	3,5445	3,5917	3,5596	3,6309	3,417	3,5602	2,8424	3,0095
CC	3,4869	3,5338	2,9293	2,9765	2,9473	3,0185	2,8602	3,0034	2,5595	2,7265
CT	3,6995	3,7464	3,2818	3,329	3,2923	3,3636	3,3281	3,4713	2,9841	3,1512
IT	3,5221	3,5691	3,1213	3,1685	3,1359	3,2071	3,0598	3,203	2,6676	2,8346
JA	3,0141	3,0611	3,0375	3,0848	3,0399	3,1111	2,9445	3,0877	2,282	2,4491
MN	3,2136	3,2606	2,8496	2,8968	2,8655	2,9368	2,8787	3,0219	2,2895	2,4566
MT	3,548	3,595	3,2061	3,2533	3,2274	3,2986	3,2546	3,3978	2,8639	3,031
MR	4,0293	4,0762	3,6636	3,7109	3,6857	3,757	3,5834	3,7266	3,111	3,2781
RV	3,159	3,206	3,1802	3,2274	3,2049	3,2761	3,0616	3,2048	2,3987	2,5658
SH	3,0123	3,0592	3,053	3,1002	3,0763	3,1475	2,9942	3,1374	2,2776	2,4447

Nota: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás
 Fonte: Resultados da pesquisa

Partindo do método 5, selecionado a partir da Tabela 17, criou-se a Tabela 18 com os *hedges* de mínima variância (ROH) e os coeficientes de determinação (EFH) que melhor se ajustaram ao mercado de milho dos municípios goianos analisados.

Tabela 18: Resultados da razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge* do modelo MQO

Método 5		
Variáveis	ROH = β	EFH = R^2
AC	0,7045	0,7025
CC	0,4883	0,5104
CT	0,6640	0,5442
IT	0,5245	0,5229
JA	0,6647	0,7108
MN	0,6243	0,6545
MT	0,6367	0,5519
MR	0,7402	0,5595
RV	0,7399	0,7199
SH	0,7050	0,6962

Nota1: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás
 Nota2: ROH- razão ótima de *hedge* e EFH – efetividade de *hedge*

Fonte: Resultados da pesquisa

Analisando a Tabela 18, um fato importante é que a razão ótima de *hedge* para as dez praças estudadas foi menor do que um, e também foram bem próximas. Dessa forma, os produtores de milho ao fazer um *hedging* necessitarão de uma quantidade menor de contratos futuros para se proteger de certa quantidade no mercado a vista.

A razão ótima de *hedge* refere-se a ‘parcela ótima’ de contratos futuros que os agentes da cadeia produtiva de milho deverão negociar na BM&FBOVESPA com objetivo de amenizar os riscos nas operações realizadas. O *hedge* de mínima variância dos municípios analisados variou entre $0,48 < h^* < 0,74$, dessa forma, o percentual ótimo de negociação da comercialização dos agentes em contratos futuros de milho nos municípios analisados variou entre 48 a 74% no período analisado. Os agentes da cadeia produtiva de milho que negociam em mercados futuros nos municípios de Morrinhos, Rio Verde, Santa Helena de Goiás e Acreúna foram os que apresentaram maior percentual na parcela ótima de *hedge*.

O coeficiente de determinação (R^2) que representa a efetividade do mercado em reduzir o risco, apresentou nas praças estudadas variação entre $0,51 < R^2 < 0,71$, demonstrando variação de 51% e 71%. Dentre os municípios estudados a efetividade foi maior nos municípios de Rio Verde, Jataí e Acreúna.

5.5.2 O Modelo Vetorial Auto-Regressivo Bivariado (VAR)

Para calcular a razão de *hedge* de mínima variância e efetividade de *hedge* por meio do modelo vetorial auto-regressivo (VAR) primeiramente realizou-se o teste de autocorrelação dos resíduos. Segundo Enders (2004), o modelo adequado é aquele que não possui seus resíduos autocorrelacionados.

Após verificar a inexistência de autocorrelação dos resíduos prosseguiu com o modelo verificando o número adequado de defasagens para cada município goiano analisado. Todos os municípios apresentaram duas defasagens - VAR(2), conforme critérios de *Akaike* (AIC) e *Schwarz* (SC), exceto os municípios de Acreúna (AC) e Mineiros (MN) que apresentaram quatro defasagens - VAR(4).

As Tabelas 19 e 20 apresentam os coeficientes dos preços à vista e futuro, respectivamente, do modelo VAR bivariado estimado conforme equação 18.

Tabela 19: Preços à vista dos coeficientes estimados do modelo VAR Bivariado

Variáveis Coeficientes	AC**	CC*	CT*	IT*	JA*	MN**	MT*	MR*	RV*	SH*
C	0,2149	-0,2571	0,4246	0,3264	0,2994	0,3803	-0,0584	-0,5523	-0,3256	0,2052
βs1	0,7730	0,7641	0,8579	0,6577	0,6468	0,9438	0,7135	0,6194	0,6524	0,6510
βs2	-0,3365	0,0248	-0,0544	-0,1402	-0,2248	0,0797	-0,1326	-0,2869	-0,3086	-0,3765
βs3	0,4099					-0,0766				
βs4	-0,1944					-0,1531				
γF1	0,1791	0,3754	0,1828	0,1559	0,3023	0,0440	0,2124	0,1665	0,3587	0,3528
γF2	0,3570	-0,2061	-0,0471	0,2041	0,1147	0,1063	0,1094	0,3875	0,1487	0,1808
γF3	-0,3872					0,1502				
γF4	0,1122					-0,1660				
R²	0,8505	0,9221	0,8779	0,8990	0,882645	0,9275	0,8733	0,8987	0,8883	0,9063

Nota1: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Nota2: *2 defasagens e **4 defasagens conforme Critérios de Akaike (AIC) e Schwarz (SC).

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 20: Preços futuro dos coeficientes estimados do modelo VAR Bivariado

Variáveis Coeficientes	AC**	CC*	CT*	IT*	JA*	MN**	MT*	MR*	RV*	SH*
C	1,5752	1,3054	1,4859	1,1197	1,1192	2,6413	1,0508	1,1599	1,1687	1,1370
βs1	0,0732	0,1331	0,2452	0,1619	0,3280	0,4437	0,0115	-0,0039	0,1890	0,2934
βs2	0,0535	0,0499	-0,0375	-0,1376	-0,2421	-0,0542	0,0238	-0,1841	-0,1296	-0,3305
βs3	0,1874					0,2539				
βs4	-0,1658					-0,2481				
γF1	0,9910	1,0197	0,8947	1,0271	0,9096	0,7271	1,0798	1,0438	0,9763	0,9512
γF2	-0,0305	-0,2083	-0,1180	-0,0933	-0,0207	-0,0013	-0,1502	0,0549	-0,0702	0,0280
γF3	-0,1482					-0,1348				
γF4	0,0045					0,0022				
R²	0,9076	0,9026	0,9059	0,9017	0,9053	0,9190	0,9004	0,9056	0,9021	0,9062

Nota: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Nota2: *2 defasagens e **4 defasagens conforme Critérios de Akaike (AIC) e Schwarz (SC).

Fonte: Resultados da pesquisa

Os valores da razão de *hedge* de mínima variância e efetividade de *hedge* se encontram na Tabela 21 e estes foram calculados conforme equações 19 e 10 do modelo.

Tabela 21: Estimação da razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge* do modelo VAR

	AC	CC	CT	IT	JA	MN	MT	MR	RV	SH
Covariância (ϵ_F, ϵ_S)	0,6567	0,5239	0,6287	0,4999	0,6594	0,6323	0,6091	0,3521	0,6590	0,5845
Variância (ϵ_F)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ROH	0,6567	0,5239	0,6287	0,4999	0,6594	0,6323	0,6091	0,3521	0,6590	0,5845
Variância (ϵ_S)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variância (H)	0,5686	0,7254	0,6047	0,7500	0,5651	0,6001	0,6289	0,8759	0,5656	0,6582
Variância (U)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EFH	0,4313	0,2745	0,3952	0,2499	0,4348	0,3998	0,3710	0,1240	0,4343	0,3417

Nota1: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Nota2: ROH- razão ótima de *hedge* e EFH – efetividade de *hedge*

Fonte: Resultados da pesquisa

Conforme observado na Tabela 21, os municípios goianos analisados apresentaram variação na razão ótima de *hedge* entre $0,35 < h^* < 0,65$, demonstrando uma variação de 35 a 65% na proporção do tamanho da posição negociada em contratos futuros com relação a exposição ao risco. Os municípios que apresentaram maiores parcelas ótimas de minimização de riscos em negociações no mercado futuro foram Jataí, Rio Verde, Acreúna e Mineiros, com parcelas, de aproximadamente, 65% dos contratos negociados. Os municípios de Morrinhos e Itumbiara apresentaram menores parcelas de minimização de riscos com 35,2 e 49,9%, respectivamente. Com relação a efetividade de *hedge*, os municípios analisados apresentaram variação entre $0,12 < R^2 < 0,43$, variando entre 12 a 43%, o grau de segurança proporcionado aos agentes que negociam contratos futuros de milho na BM&FBOVESPA. Os agentes que comercializam contratos futuros de milho nos municípios de Jataí, Rio Verde, Acreúna e Mineiros apresentaram maior segurança e eficiência nas negociações em mercados futuros comparado aos municípios de Morrinhos, Itumbiara e Chapadão do Céu que apresentaram menores efetividade nas negociações em contratos futuros de milho no período analisado.

5.5.3 O modelo Vetorial Auto-Regressivo com Correção de Erros (VEC)

A estimação do modelo vetorial auto-regressivo com correção de erros (VEC) seguiu a mesma linha de raciocínio do modelo VAR bivariado. Realizou-se o teste de autocorrelação dos resíduos e verificou a inexistência de autocorrelação. Para a

estimação do número adequado de defasagens utilizou-se o número de defasagens do modelo VAR bivariado subtraindo uma defasagem das respectivas variáveis analisadas.

As Tabelas 22 e 23 apresentam os coeficientes dos preços à vista e futuro, respectivamente, estimados conforme equação 20 do modelo VEC bivariado.

Tabela 22: Preços à vista dos coeficientes estimados do modelo VEC Bivariado

Variáveis Coeficientes	AC**	CC*	CT*	IT*	JA*	MN**	MT*	MR*	RV*	SH*
C	0.1084	0.0978	0.0995	0.1189	0.1043	0.0552	0.1201	0.1175	0.0993	0.0771
βs1	0.0662	-0.0439	0.0524	0.1207	0.2114	0.1274	0.1164	0.2824	0.2982	0.3696
βs2	-0.2556					0.2005				
βs3	0.1659					0.1309				
γF1	-0.0699	0.2100	0.0223	-0.2025	-0.1242	-0.0996	-0.1118	-0.3887	-0.1599	-0.1908
γF2	0.2741					0.0036				
γF3	-0.1198					0.1465				
R²	0.1629	0.1620	0.0348	0.2167	0.1566	0.1438	0.1337	0.4023	0.2146	0.2895

Nota: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás.

Nota2: *1 defasagem e **3 defasagens.

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 23: Preços futuro dos coeficientes estimados do modelo VEC Bivariado

Variáveis Coeficientes	AC**	CC*	CT*	IT*	JA*	MN**	MT*	MR*	RV*	SH*
C	0.0703	0.0929	0.0934	0.0868	0.0819	0.0487	0.0951	0.1015	0.0886	0.0875
βs1	-0.1250	-0.0765	0.0357	0.0949	0.2215	0.0232	-0.0487	0.1485	0.1132	0.3148
βs2	-0.0581					-0.0399				
βs3	0.1399					0.2193				
γF1	0.1852	0.2138	0.0955	0.0968	0.0062	0.1280	0.1465	-0.0644	0.0525	-0.0508
γF2	0.1429					0.1240				
γF3	-0.0115					-0.0212				
R²	0.07970	0.0449	0.0703	0.0236	0.0584	0.1797	0.0145	0.0488	0.0270	0.0633

Nota: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás.

Nota2: *1 defasagem e **3 defasagens.

Fonte: Resultados da pesquisa

A Tabela 24 apresenta o cálculo da razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge* do modelo VEC, estimados conforme as mesmas equações do modelo VAR bivariado (equações 19 e 10).

Tabela 24: Estimação da razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge* do modelo VEC

	AC	CC	CT	IT	JA	MN	MT	MR	RV	SH
Covariância (ϵ_F, ϵ_S)	0,6628	0,5263	0,6337	0,5045	0,6638	0,6454	0,6126	0,3509	0,6631	0,5887
Variância (ϵ_F)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ROH	0,6628	0,5263	0,6337	0,5045	0,6638	0,6454	0,6126	0,3509	0,6631	0,5887
Variância (ϵ_S)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variância (H)	0,5606	0,7229	0,5983	0,7454	0,5593	0,5833	0,6246	0,8768	0,5602	0,6534
Variância (U)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EFH	0,4393	0,2770	0,4016	0,2545	0,4406	0,4166	0,3753	0,1231	0,4397	0,3465

Nota1: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Nota2: ROH- razão ótima de *hedge* e EFH – efetividade de *hedge*

Fonte: Resultados da pesquisa

Os resultados da análise da razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge* dos dez municípios goianos perante os modelos VAR e VEC bivariado analisados foram similares. Os municípios apresentaram variação de 35 a 66% no que se refere ao tamanho da posição ótima em contratos futuros negociados com relação à exposição ao risco e variação de 12 a 44% no grau de segurança (efetividade) proporcionado aos agentes que negociam a *commodity* em mercados futuros. Os municípios de Jataí, Rio Verde, Acreúna e Mineiros foram os que apresentaram razão ótima e efetividade de *hedge* mais significativo e quanto aos municípios de Morrinhos, Itumbiara e Chapadão do Céu os resultados foram menos eficientes.

5.5.4 Comparação da razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge* por meio dos três modelos estimados

Perante os três modelos usados para estimar a razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge* foi feita uma tabela comparativa dos resultados (Tabela 25) com o objetivo de verificar qual modelo apresentou mais eficiente no intuito de auxiliar os agentes dos municípios goianos analisados a tomarem uma posição mais segura nas negociações de contratos futuros de milho na BM&FBOVESPA.

Tabela 25: Comparação dos cálculos da razão ótima de *hedge* e efetividade de *hedge* dos três modelos estimados

Variáveis	MQO - Método 5		Modelo VAR		Modelo VEC	
	ROH	EFH	ROH	EFH	ROH	EFH
AC	0,7045	0,7025	0,6567	0,4313	0,6628	0,4393
CC	0,4883	0,5104	0,5239	0,2745	0,5263	0,277
CT	0,6640	0,5442	0,6287	0,3952	0,6337	0,4016
IT	0,5245	0,5229	0,4999	0,2499	0,5045	0,2545
JA	0,6647	0,7108	0,6594	0,4348	0,6638	0,4406
MN	0,6243	0,6545	0,6323	0,3998	0,6454	0,4166
MT	0,6367	0,5519	0,6091	0,3710	0,6126	0,3753
MR	0,7402	0,5595	0,3521	0,1240	0,3509	0,1231
RV	0,7399	0,7199	0,6590	0,4343	0,6631	0,4397
SH	0,7050	0,6962	0,5845	0,3417	0,5887	0,3465

Nota1: AC – Acreúna, CC – Chapadão do Céu, CT – Cristalina, IT – Itumbiara, JA – Jataí, MN – Mineiros, MT – Montividiu, MR – Morrinhos, RV – Rio Verde, SH – Santa Helena de Goiás

Nota2: ROH - razão ótima de *hedge* e EFH – efetividade de *hedge*.

Fonte: Resultados da pesquisa

Dentre os modelos estudados o método de séries cointegradas de Engle-Granger com mecanismo de correção de erro, estimado por mínimos quadrados ordinários, foi o que apresentou mais eficiente para a escolha da parcela ótima e redução de riscos nas negociações com contratos futuros na maioria dos municípios. Os modelos VAR e VEC apresentaram percentuais menores e similares.

Com relação a proporção do tamanho ótimo negociado (ROH) com contratos futuros a variação da posição no modelo MQO apresentou taxas maiores, a maioria com percentuais acima de 62%, exceto o município de Chapadão do Céu (49%). Verificou-se que a margem ótima de negociação em contratos futuros nos municípios de Morrinhos, Rio Verde, Santa Helena de Goiás e Acreúna foi de 70 a 74% do total produzido do grão. Nos municípios de Mineiros, Montividiu, Jataí e Cristalina a parcela ótima de negociação foi de 62 a 66%. Itumbiara apresentou percentual ótimo de 52% e Chapadão do Céu, 49%. O modelo VAR e VEC foi mais eficiente com relação ao tamanho ótimo negociado nos municípios de Chapadão do Céu (CC) e Mineiros (MN), mas com diferença não muito significativa com relação ao modelo de mínimos quadrados ordinários.

Quanto a efetividade de *hedge*, que avalia o grau de segurança proporcionado aos agentes, a redução de risco foi maior perante análise do modelo MQO selecionado nos dez municípios goianos analisados. Os municípios que apresentaram maior grau de segurança nas transações com contratos futuros, foram Rio Verde, Jataí, Acreúna e

Santa Helena de Goiás, com percentual de efetividade entre 70 e 72%. Mineiros apresentou efetividade de *hedge* de 65% e a margem de redução de riscos dos municípios de Chapadão do Céu, Itumbiara, Cristalina, Montividiu e Morrinhos foi de 51 a 55%.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou verificar se as estratégias de *hedge* abordadas proporcionam informações relevantes aos agentes da cadeia produtiva de milho dos municípios goianos estudados e se apresentam resultados eficientes na minimização de riscos de preços nas operações em contratos futuros na BM&FBOVESPA.

Primeiramente foi feito o cálculo da base e do risco de base para saber a diferença entre o preço da *commodity* na região onde o *hedger* se encontra e o valor negociado na Bolsa. O conhecimento da base é muito importante, pois sem essa informação não é possível determinar com precisão, o preço que se deseja fazer o *hedge* e dessa forma os *hedgers* ficariam expostos a variações no nível de preços.

Por meio da análise da base verificou-se que os preços da saca de milho a vista das praças estudadas foram menores que o preço cotado na BM&FBOVESPA, relevando uma base fraca. O enfraquecimento da base é justificado pelo distanciamento dos municípios avaliados da praça de referência da Bolsa (Campinas/SP). Quanto ao risco de base, em geral os municípios goianos analisados apresentaram valores baixos, demonstrando que o mercado futuro pode ser usado como um instrumento de gerenciamento de riscos de preços pelos agentes inseridos na cadeia produtiva do milho das regiões.

Pelo teste de causalidade observou-se que a BM&FBOVESPA não apresentou muita influência na formação dos preços das praças estudadas, dentre os municípios avaliados somente Chapadão do Céu e Morrinhos apresentaram influência. Jataí, Mineiros e Santa Helena de Goiás foram os municípios que mais influenciaram na formação do preço do milho na BM&FBOVESPA.

Dentre os pares de variáveis analisadas muitos apresentaram relação de causalidade bilateral, no sentido que uma variável causa no sentido de precedência temporal a outra.

Muitas praças analisadas apresentaram relação de independência na formação de preços do milho, ou seja, não houve influência na formação do seu preço, entre os municípios destacam-se Cristalina, Itumbiara e Acreúna. Dentre as localidades estudadas verifica-se que Jataí, Mineiros, Rio Verde e Santa Helena de Goiás foram os principais municípios transmissores de preço do milho.

O teste de cointegração demonstrou que existe uma relação de longo prazo entre os preços físico dos dez municípios goianos analisados e o preço futuro da

BM&FBOVESPA, ou seja, os dois preços tem tendência de caminharem juntos. Essa informação é muito importante aos agentes da cadeia produtiva de milho das praças analisadas, pois dessa forma pode-se prever que oscilações no preço futuro para cima ou para baixo tendem a acarretar as mesmas consequências no preço físico local.

Com relação a proporção do tamanho ótimo negociado com contratos futuros nas praças estudadas a maioria apresentou percentuais acima de 62%, exceto o município de Chapadão do Céu (49%). Dentre os municípios, Morrinhos, Rio Verde, Santa Helena de Goiás e Acreúna foram os que apresentaram maior parcela ótimo de negociação em contratos futuros (70 a 74%). Isso significa que a razão entre a posição nos mercados físico e futuro foi maior, demonstrando que esses municípios para possuir minimização dos riscos inerentes e se protegerem das oscilações do preço do milho devem operar na faixa de 70 a 74% do total de recurso em operações de *hedge* com contratos futuros.

E quanto ao grau de segurança proporcionado aos agentes nas negociações em operações de *hedge* em mercados futuros, a proteção mínima de riscos dissipados foi 51%, demonstrando um *hedge* efetivo nas operações em todos os municípios. Dentre os municípios avaliados Rio Verde, Jataí, Acreúna e Santa Helena de Goiás apresentaram maior efetividade (70 e 72%).

Por meio das técnicas de estudo analisadas conclui-se que o mercado futuro é uma estratégia importante de comercialização da *commodity* milho, mas o que se percebe que apesar dessas estratégias de *hedge* serem importantes na criação de informações relevantes, a maioria dos produtores de milho das regiões analisadas não identifica o mercado futuro como uma oportunidade de amenização de riscos nas negociações do grão. Muitas vezes faltam-lhes informações suficientes e incentivos para atuarem nesse tipo de mercado e por si encontrarem numa região com alta demanda de grãos para o abastecimento das agroindústrias da região, a comodidade da entrega física aos demandantes locais ou outras formas de contratos de venda do cereal chama mais atenção aos produtores.

O presente estudo analisou a razão ótima de *hedge* sem levar em consideração os efeitos voláteis, considerando a razão de *hedge* constante durante todo o período analisado. Mas o que tem observado por meio de evidências empíricas que o risco dos ativos se alteram a medida que uma nova informação é incluída no mercado. E dentre os contratos futuros a volatilidade do ativo aumenta a medida que o contrato se aproxima da data de vencimento. Dessa forma, sugere-se a abordagem de novos estudos

considerando a variação temporal das variáveis, como a abordagem do método de *hedge* dinâmico Garch bivariado, a fim de obter resultados que possam ser analisados e comparados para a escolha do método mais realista e desejável nas negociações em contratos futuros de milho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMILHO. **Associação Brasileira das Indústrias do Milho**. Estatísticas. Disponível em: < <http://www.abimilho.com.br>>. Acesso em: 4 Abr. 2011.

ABITANTE, K. G. **Co-integração entre os mercados *spot* e futuro: evidências dos mercados de boi gordo e soja**. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 46 (1): 75-96, 2008.

AGUIAR, D. R.D. **Mercados agroindustriais e de futuros**. Apostila ERU 564 – MBA Gestão do Agronegócio. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 91p.

ARAÚJO FILHO, O. A.; **Co-Integração e Causalidade na Política de Garantia de Preços Mínimos e Preços Agrícolas: o caso do milho no Brasil**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Economia Agrícola. – Fortaleza, 2005. 168 p.

AZEVEDO, P. F. **Comercialização de produtos agroindustriais**. In: BATALHA, Mário Otávio (Coord.). *Gestão Agroindustrial – GEPAI – Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007. cap. 2, p. 63-112.

BATISTELLA, E. L.; **Comercialização de milho no Brasil: análise da utilização do mercado de futuros da BM&F** - Dissertação de Mestrado em Agronegócios - Brasília/DF Fevereiro/2006.

BM&F - Bolsa de Mercadorias & Futuros. **Futuros de milho e soja**. Jun. 2005.

BM&FBOVESPA - **Bolsa de Mercadorias e Futuros, a Nova Bolsa**. Disponível em <<http://www.bmfbovespa.com.br>> Acesso em 14 Jan. 2011.

BOTELHO FILHO, F. B.; SOUZA JÚNIOR, G. M. DE. **O Risco de Base para a Soja em Sinop e Lucas, Mato Grosso**. *Revista de Política Agrícola*- Ano XV – nº 4- p. 85-97 -Out/Nov./Dez. 2006.

BRAGA, J. M. **Ajustamento nos Mercados de Fatores, Raiz Unitária e Histerese na Economia Americana**. Niterói: Faculdade de Economia - Universidade Federal Fluminense, 2008 (Texto para Discussão).

BRUM, A. L.; LUFT, A.; **Aspectos da cadeia produtiva do milho e as relações comerciais nos estados do Rio Grande do Sul e Mato Grosso (1994/95-2005/06)**. *Revista Extensão Rural, DEAER/PPGExR – CCR – UFSM*, Ano XV, nº 16, Jul – Dez de 2008.

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P.; **Fatores de influência do preço do milho no Brasil**. - Texto para Discussão, 39 Embrapa Informação Tecnológica - Brasília, DF 2010. Disponível em: <http://www.embrapa.br/publicacoes/tecnico/folderTextoDiscussao/arquivos-pdf/Texto-9_30-03-11.pdf>. Acesso em: 15 Abr. 2011.

CASILLO, A. **Model specification for the estimation of the optimal hedge ratio with stock index futures: an application to the Italian derivatives market.** Paper presented at the Conference on Derivatives and Financial Stability in Rome, 2004.

CHIODI, L. **Integração espacial no mercado brasileiro de milho.** 2006. 89 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CHIODI, L.; GERALDINI JR.; E. A.; MARQUES, P. M.; MARTINES FILHO, J. G. **Análise da efetividade de *hedging* com os contratos futuros de soja na BM&F e CBOT.** In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005. Ribeirão Preto. CD-ROM.

COELHO, A. B.; **A cultura do algodão e a questão da integração entre preços internos e externos** vol.42 no.1 Brasília Jan./Mar. 2004.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Central de informações agropecuárias.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 06 Mai. 2011.

CRUZ JUNIOR, J. C.; IRWIN, S. H.; MARQUES, P. V.; MARTINES FILHO, J. G.; BACCHI, M. R. P. **O excesso de confiança dos produtores de milho no Brasil e o uso de contratos futuros.** *Rev. Econ. Sociol. Rural* [online]. 2011, vol.49, n.2, pp. 369-390. ISSN 0103-2003.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. **Distribution of the estimator for auto-regressive time series with a unit root.** *Journal of the American Statistical Association*, v. 74, p. 427-31, 1979.

ELLIOTT, G.; ROTHENBERG, Thomas J.; STOCK, James H. **Efficient tests for an autoregressive unit root.** *Econometrica*, v. 64, n. 4, 1996.

ENDERS, W.; **Applied econometric time series**, 2004-319-377

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. **Co-integration and error correction: representation, estimation and testing.** *Econometrica*, Oxford, v. 55, n. 2. p. 251-276, 1987.

FILENI, D. H.; MARQUES, P. V.; MACHADO, H. M. **O risco de base e a efetividade do *hedge* para o agronegócio do café em Minas Gerais.** *Revista de Administração da UFLA*, v. 1, n. 1, jan./jun. 1999. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 08/04/2011.

FONTES, R. E.; CASTRO JUNIOR, L. G.; LIMA, R. B. **Efetividade e razão ótima de hedge da cultura do milho em diversas localidades do Brasil.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ECONOMIA E GESTÃO DE NEGÓCIOS/NETWORKS AGROALIMENTARES, IV, 2003, Ribeirão Preto/SP. Efetividade e razão ótima de hedge da cultura do milho em diversas localidades do Brasil., 2003.

FONTES, R. E.; CASTRO JÚNIOR, L.G.; AZEVEDO, A. F. **Estratégia de comercialização em mercados derivativos: descobrimento de base e risco de base**

da cafeicultura em diversas localidades de Minas Gerais e São Paulo. Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 29, n. 2, p. 382-389, mar/abr. 2005.

FUTURES INDUSTRY INSTITUTE. **Curso de futuros e opções.** São Paulo: Bolsa de Mercadorias e futuros / Cultura Editores Associados, 1998. 258p.

GAIO, L. E.; BITENCOURT, W. A.; PESSANHA, G. R. G.; OLIVEIRA, A. R.; LIMA, A. L. R. **Volatilidade no mercado futuro de boi gordo na BM&F: Um estudo empírico utilizando modelos da classe ARCH.** In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2006, Fortaleza. Congresso de Economia e Sociologia Rural - SOBER.

GAIO, L. E.; CASTRO JUNIOR, L. G.; OLIVEIRA, A. R. **Causalidade e Elasticidade na transmissão de preço do boi gordo entre regiões do Brasil e a Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F).** Organizações Rurais e Agroindustriais, Lavras, v. 7, n. 3, p. 282-297, 2005.

GONÇALVES, D. F., FRANCISCHINI, A. A. ALVES, A.F. e PARRÉ, J. L. **Análise de co-integração, causalidade e efetividade do hedge para os preços à vista e futuro do contrato de boi gordo para a região noroeste do Paraná.** In: XLV Congresso da Sober, 2007, Vol. 01. Londrina: Anais do XL Congresso Brasileiro de Sociologia e Economia Rural, 2007.

GRANGER, C. W. J. **Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods.** Econometrica, v. 37, n. 3, p. 424-438, jul. 1969.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica.** 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HARWOOD, J.; HEIFNER, R.; COBLE, K.; PERRY, J.; SOMWARU, A. **Managing risk in farming: concepts, research, and analysis.** Disponível em <<http://www.ers.usda.gov/publications/era/aer774.pdf>> (25 Oct. 2002). Acesso em 13/08/2011.

HERBST, A.F., KARE, D.D. and MARSHALL, J.F. **A Time Varying Convergence Adjusted, Minimum Risk Futures Hedge Ratio, Advances in Futures and Option Research,** Vol. 6, pp. 137-155, 1993.

HIERONYMUS, T. A. **Economics of futures trading.** New York: Commodity Research Bureaus, 1977. 369p.

HULL, John C. **Fundamentos dos mercados futuros e de opções.** 4. ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal.** Disponível em < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>> Acesso em 18 Mai. 2011.

JOHANSEN, S. **Statistical analysis of cointegrating vectors.** Journal of Economics Dynamics and Control, v. 12, p. 231-254, 1988.

JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. **Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Application to the Demand for Money.** Oxford Bulletin of Economics and Statistics, v. 52, p. 169-209, 1990.

KUMAR, B.; SINGH, P.; PANDEY, A. **Hedging Effectiveness of Constant and Time Varying Hedge Ratio in Indian Stock and Commodity Futures Markets.** IIM Ahmedabad Working Paper No. 2008-06-01.

Lee, Cheng-Few, Lin, Fu-Lai, Tu, Hui-Chuan, and Chen, Mei-Ling, **Alternative Methods for Estimating Hedge Ratio: Review, Integration and Empirical Evidence**, working paper, Rutgers University, 2009.

Lien, D. **The effect of the cointegration relationship on futures hedging: A note.** Journal of Futures Markets, 16, 773–780, 1996.

Lien, D. **Cointegration and the optimal hedge ratio: The general case.** The Quarterly Review of Economics and Finance, 44, 654–658, 2004.

LOPES, R. L. ; CAIXETA FILHO, J. V. **Suinocultura no estado de Goiás: aplicação de um modelo de localização.** Pesquisa Operacional (Impresso), Brasil, v. 20, n. 2, p. 213-232, 2000.

MAPA – **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.** Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>. Acesso em 11 Mar. 2011.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia Produtiva do Milho.** (Coord) Luiz Antônio Pinazza. Brasília: IICA, MAPA/SPA, 2007.

MARGARIDO, M. A. **Teste de Co-integração de Johansen utilizando o SAS.** Agric. São Paulo, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 87-101, jan./jun. 2004.

MARQUES, P.V.; DE MELLO, P. C. & MARTINES, J.G. **Mercados Futuros e de Opções Agropecuárias.** Piracicaba, S.P., Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP, 2006, Série Didática nº D-129. Disponível em: < http://www.unemat-net.br/prof/foto_p_downloads > Acesso em: 18 Abr. 2010.

MARQUES, P.V.; MELLO, P.C. **Mercados futuros de commodities agropecuárias. Exemplos e aplicações para os mercados brasileiros.** São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1999.

MARTINS, A. G.; AGUIAR, D. R. D. **Efetividade do hedge de soja em grão brasileiro com contratos futuros de diferentes vencimentos na Chicago Board of Trade.** Revista de Economia e Agronegócio, Viçosa – MG, v. 2, n. 4, p. 449-471, 2004.

MÜLLER, C. A. S.; MOURA, A. D.; LIMA, J. E. **Análise comparativa entre estratégias de hedge com base em modelos estáticos e dinâmicos para contratos futuros de café arábica.** In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, XLVI., 2008, Rio Branco. *Anais...* Rio Branco: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008. p. 21.

MYERS, R. & THOMPSON, S. **Optimal Hedge Ratio Estimation. Presented at Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Risk Management Conference.** Chicago, IL. (April), 1987.

MYERS, R. & THOMPSON, S. **Generalized Optimal Hedge Ratio Estimation.** American Journal Agricultural Economics 71:858–867, 1989.

OLIVEIRA NETO, O. J. ; FIGUEIREDO, R. S. ; MAIA, L. C. C. ; REZENDE, S. O., **Comparação empírica da razão e efetividade de hedge pelos modelos de myers & thompson, auto-regressivo vetorial bivariado e vetorial de correção de erro.** Revista INGEPRO: Inovação, Gestão e Produção, v. 02, p. 01-13, 2010.

OLIVEIRA NETO, O. J.; FIGUEIREDO, R. S.; MACHADO, A. G. **A efetividade de hedge e razão ótima de hedge para cultura do milho no estado de Goiás.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional (G&DR), v.5, n.2, p. 115-138, maio/2009, Taubaté, SP, Brasil.

PEROBELLI, F. S. **As relações entre o preço à vista e futuro: evidências para o mercado de boi gordo no Brasil.** In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005. Ribeirão Preto. CD-ROM.

PINDYCK, R. S., RUBINFELD, D. L. **Econometria.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. Tradução de: Econometric models and economic forecasts, 4th ed.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; REZENDE, A. M.; **Entraves da Comercialização à Competitividade do Milho Brasileiro.** REVISTA PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO, Curitiba, n. 104, p. 23- 40, jan./jun. 2003.

SANTOS, V. F.; PEREIRA, M. W. G.; VIEIRA, W. C. **Transmissão de preços do milho entre os mercados externos e internos.** In: XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2007, Londrina - PR. CD-ROM do XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Brasília : SOBER, 2007.

SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informações Socioeconômicas - Estatísticas Municipais (Séries Históricas). Disponível em: <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/perfilweb/estatistica_bde.asp>. Acesso em: 02 Set. 2011.

SILVA, A. R. O.; AGUIAR, D. R. D.; LIMA, J. E. **Hedge com contratos futuros no complexo soja brasileiro: BM&F versus CBOT.** Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, v. 41, n. 2, p. 279-300, 2003.

SOLOGUREN, L. J.; **Integração vertical, grupos estratégicos e competitividade: o caso do sistema agroindustrial da soja.** Dissertação de Mestrado - Universidade federal de Uberlândia, Instituto de economia – 2004.

SOUSA, E. L. L.; SAES, M. S. M.; NUNES, R.; **Mudanças Institucionais e Desempenho da Produção de Milho e Soja.** GESTÃO & PRODUÇÃO, v.6, n.3, p. 185-200, dez. 1999.

SOUSA, E. P.; BRAGA, M.J.; CUNHA, D.A. **Interdependência dos preços do milho no sul brasileiro.** Revista de Economia, v. 36, n. 2 (ano 34), p. 71-90, maio/ago. 2010.

SOUZA, E. L.; SAES, M. S. M.; AZEVEDO, P. F. **Competitividade do sistema agroindustrial do milho.** In: Competitividade da agroindústria brasileira. Pensa-Ipea, CD-ROM, 1998.

STADUTO, J. A. R.; RAABE, J. P.; SHIKIDA, P. F. A. **A efetividade de hedge do mercado futuro de açúcar nos mercados de Nova York, Londres e da BM&F.** Revista de Economia e Administração, v. 5, p. 1-2, 2006.

TONIN, J. M.; BRAGA, M. J. & COELHO, A. B. **Efetividade de hedge do milho com contratos futuros da BM&F: uma aplicação para a região de Maringá (PR).** Revista de Economia, v. 35, n. 1 (ano 33), p. 117-142, jan./abril 2009.

TONIN, J.M.; ALVES, A. F.; **Efetividade e razão ótima de hedge dos contratos futuros de milho para a região de Maringá.** In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005. Ribeirão Preto. CD-ROM.

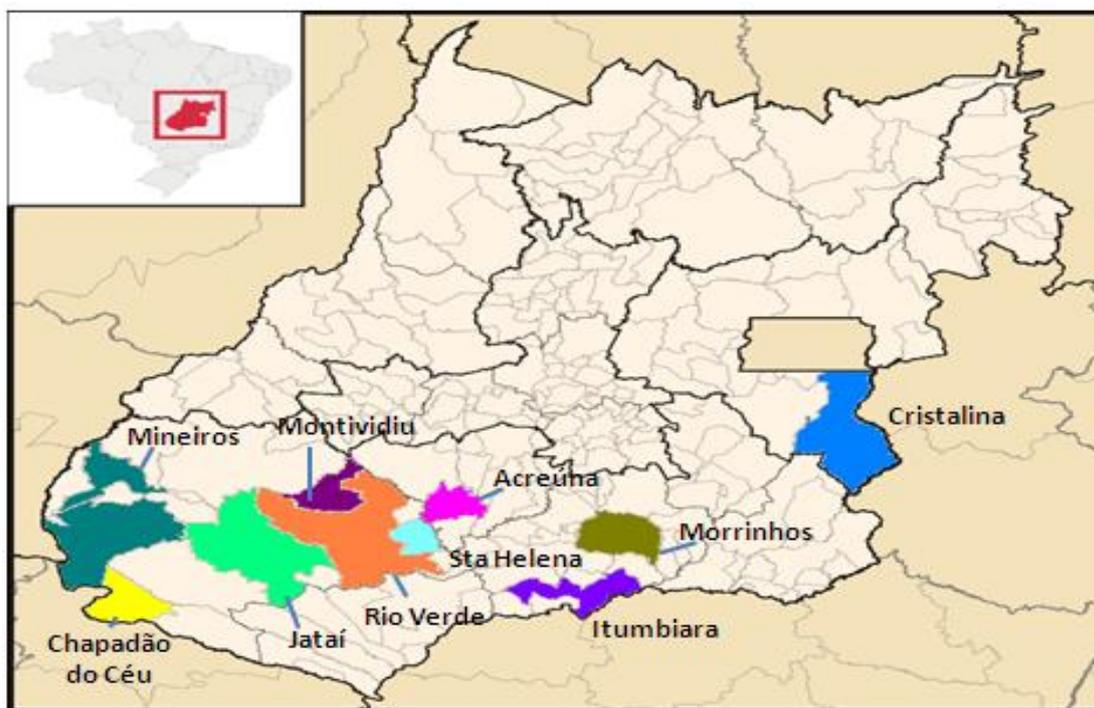
TSUNECHIRO, A.; GUSMÃO, A. S. L.; BULISANI, E. A.; CASTRO, J. L.; SAVITCI, L. A.; SARTORI, R. M. **Repensando a agricultura paulista: cadeia produtiva do feijão.** São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1996. 38p.

USDA - United States Department of Agriculture. **Boletim anual do mercado de grãos: Milho. Safra 2009/10 e Expectativas para 2010/11.** Maio de 2010.

ZEN, S.; MELO, G. B. **A Utilização da BM&F como Instrumento de Gerenciamento de Risco de Preço de Boi Gordo Comercializado em Rondônia.** In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2008, Rio Branco. Congresso de Economia e Sociologia Rural - SOBER.

8. APÊNDICE

Figura A1: Mapa do estado de Goiás, destacando os municípios abordados no estudo



Fonte: Elaborado pela autora

Tabela A1: Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária ADF em nível com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.

Lags*	BM&FBOVESPA		AC		CC		CT		IT		JA		MN		MT		MR		RV		SH	
	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC
0	3,595	3,642	3,927	3,974	3,175	3,222	3,644	3,691	3,291	3,339	3,398	3,445	3,257	3,304	3,550	3,597	3,798	3,845	3,552	3,600	3,342	3,389
1	3,600	3,672	3,952	4,023	3,185	3,256	3,668	3,739	3,317	3,388	3,422	3,493	3,264	3,335	3,576	3,647	3,802	3,873	3,564	3,635	3,335	3,406
2	3,614	3,710	3,948	4,043	3,182	3,277	3,673	3,768	3,340	3,436	3,448	3,543	3,243	3,338	3,601	3,696	3,828	3,924	3,563	3,659	3,358	3,453
3	3,629	3,749	3,957	4,077	3,206	3,326	3,674	3,794	3,353	3,473	3,446	3,566	3,191	3,311	3,626	3,746	3,846	3,966	3,586	3,706	3,368	3,488
4	3,646	3,791	3,963	4,108	3,213	3,358	3,679	3,824	3,374	3,519	3,469	3,614	3,209	3,354	3,650	3,795	3,870	4,015	3,611	3,756	3,379	3,523
5	3,671	3,841	3,986	4,156	3,221	3,391	3,691	3,861	3,401	3,571	3,496	3,666	3,232	3,402	3,677	3,847	3,882	4,051	3,617	3,787	3,399	3,569
6	3,686	3,882	4,011	4,206	3,245	3,440	3,718	3,914	3,411	3,606	3,509	3,705	3,240	3,435	3,691	3,886	3,903	4,098	3,638	3,834	3,420	3,615
7	3,710	3,930	4,038	4,259	3,268	3,489	3,734	3,955	3,417	3,638	3,533	3,754	3,251	3,472	3,719	3,939	3,909	4,130	3,665	3,886	3,440	3,661
8	3,736	3,983	4,055	4,302	3,295	3,542	3,743	3,990	3,444	3,691	3,560	3,807	3,273	3,520	3,701	3,948	3,930	4,177	3,693	3,940	3,469	3,716
9	3,761	4,034	4,080	4,353	3,286	3,559	3,760	4,033	3,454	3,727	3,548	3,821	3,282	3,555	3,701	3,974	3,954	4,227	3,698	3,971	3,498	3,772
10	3,783	4,083	4,109	4,409	3,310	3,609	3,788	4,088	3,470	3,769	3,555	3,854	3,297	3,597	3,730	4,030	3,982	4,282	3,727	4,026	3,505	3,804
11	3,778	4,105	4,135	4,462	3,333	3,660	3,819	4,145	3,491	3,818	3,570	3,896	3,325	3,652	3,760	4,086	4,011	4,338	3,747	4,073	3,523	3,849
12	3,750	4,103	4,163	4,517	3,359	3,713	3,845	4,198	3,521	3,874	3,564	3,918	3,349	3,703	3,788	4,142	3,972	4,326	3,743	4,097	3,546	3,900

* Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike (AIC) e Schwarz (SC).

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela A2: Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária ADF em nível com tendência e com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.

Lags ^a	BM&FBOVESPA		AC		CC		CT		IT		JA		MN		MT		MR		RV		SH	
	AIC	SC																				
0	3,601	3,672	3,928	3,999	3,179	3,249	3,651	3,722	3,292	3,363	3,404	3,475	3,260	3,330	3,553	3,624	3,805	3,875	3,560	3,631	3,351	3,421
1	3,604	3,699	3,954	4,049	3,185	3,280	3,676	3,771	3,318	3,413	3,428	3,523	3,262	3,357	3,578	3,673	3,809	3,904	3,570	3,665	3,343	3,438
2	3,617	3,736	3,950	4,070	3,180	3,299	3,680	3,799	3,341	3,460	3,454	3,573	3,240	3,359	3,604	3,723	3,835	3,955	3,569	3,688	3,366	3,486
3	3,627	3,771	3,956	4,100	3,205	3,349	3,681	3,825	3,351	3,495	3,447	3,591	3,175	3,319	3,629	3,773	3,855	3,999	3,590	3,735	3,376	3,520
4	3,640	3,809	3,962	4,131	3,205	3,374	3,688	3,857	3,369	3,538	3,466	3,635	3,198	3,367	3,653	3,822	3,878	4,047	3,616	3,784	3,384	3,553
5	3,666	3,860	3,984	4,178	3,209	3,403	3,700	3,894	3,397	3,591	3,494	3,688	3,220	3,414	3,681	3,875	3,888	4,083	3,616	3,811	3,402	3,596
6	3,686	3,906	4,009	4,229	3,234	3,453	3,728	3,948	3,400	3,620	3,503	3,722	3,234	3,454	3,689	3,909	3,908	4,128	3,635	3,855	3,424	3,644
7	3,710	3,955	4,037	4,283	3,254	3,500	3,741	3,986	3,400	3,646	3,527	3,772	3,240	3,486	3,718	3,964	3,916	4,162	3,663	3,909	3,447	3,693
8	3,735	4,007	4,053	4,325	3,281	3,553	3,752	4,023	3,429	3,701	3,555	3,826	3,261	3,532	3,699	3,971	3,937	4,209	3,692	3,964	3,476	3,748
9	3,761	4,059	4,081	4,379	3,283	3,581	3,768	4,066	3,445	3,743	3,552	3,850	3,276	3,574	3,706	4,004	3,960	4,258	3,702	4,000	3,506	3,804
10	3,783	4,108	4,111	4,435	3,303	3,628	3,797	4,122	3,464	3,789	3,556	3,881	3,297	3,622	3,736	4,060	3,989	4,314	3,732	4,056	3,512	3,837
11	3,777	4,129	4,138	4,490	3,323	3,675	3,827	4,179	3,489	3,841	3,567	3,919	3,324	3,676	3,765	4,117	4,018	4,370	3,751	4,103	3,531	3,883
12	3,754	4,134	4,165	4,545	3,353	3,732	3,855	4,235	3,520	3,899	3,570	3,949	3,343	3,722	3,795	4,174	3,987	4,366	3,753	4,132	3,555	3,935

*Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike (AIC) e Schwarz (SC).

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela A3: Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária ADF em primeira diferença com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.

Lags ^a	BM&FBOVESPA		AC		CC		CT		IT		JA		MN		MT		MR		RV		SH	
	AIC	SC																				
0	3,601	3,648	3,955	4,002	3,173	3,221	3,674	3,721	3,311	3,358	3,427	3,474	3,249	3,297	3,571	3,618	3,826	3,873	3,577	3,625	3,354	3,401
1	3,621	3,693	3,938	4,010	3,178	3,250	3,689	3,761	3,336	3,408	3,452	3,523	3,237	3,309	3,597	3,669	3,848	3,919	3,561	3,633	3,380	3,451
2	3,640	3,736	3,952	4,048	3,204	3,300	3,706	3,802	3,354	3,450	3,449	3,545	3,199	3,295	3,624	3,720	3,857	3,953	3,586	3,682	3,376	3,472
3	3,663	3,783	3,966	4,087	3,214	3,335	3,693	3,813	3,378	3,499	3,472	3,592	3,210	3,330	3,650	3,771	3,881	4,002	3,613	3,733	3,393	3,513
4	3,690	3,835	3,993	4,139	3,231	3,376	3,715	3,861	3,403	3,549	3,496	3,642	3,236	3,382	3,676	3,822	3,902	4,047	3,624	3,770	3,417	3,563
5	3,700	3,871	4,012	4,182	3,257	3,428	3,739	3,910	3,419	3,590	3,516	3,686	3,235	3,406	3,687	3,858	3,928	4,099	3,649	3,820	3,429	3,600
6	3,715	3,912	4,036	4,233	3,285	3,482	3,754	3,950	3,438	3,634	3,543	3,739	3,253	3,449	3,714	3,911	3,918	4,115	3,672	3,868	3,452	3,649
7	3,744	3,966	4,060	4,282	3,313	3,535	3,750	3,972	3,457	3,680	3,564	3,786	3,280	3,502	3,713	3,935	3,945	4,167	3,698	3,920	3,480	3,702
8	3,763	4,011	4,084	4,333	3,294	3,542	3,773	4,022	3,457	3,705	3,552	3,800	3,281	3,529	3,706	3,954	3,973	4,221	3,707	3,956	3,507	3,755
9	3,790	4,065	4,112	4,387	3,321	3,596	3,800	4,075	3,477	3,752	3,568	3,843	3,295	3,570	3,735	4,010	3,997	4,272	3,733	4,008	3,523	3,798
10	3,799	4,101	4,134	4,435	3,350	3,651	3,829	4,130	3,492	3,794	3,574	3,875	3,325	3,626	3,765	4,066	4,027	4,329	3,760	4,061	3,531	3,832
11	3,753	4,081	4,164	4,492	3,372	3,700	3,852	4,181	3,520	3,849	3,566	3,895	3,350	3,679	3,793	4,122	3,992	4,320	3,747	4,076	3,558	3,887
12	3,779	4,135	4,194	4,550	3,380	3,736	3,883	4,239	3,544	3,900	3,594	3,950	3,381	3,737	3,823	4,179	3,968	4,324	3,770	4,126	3,588	3,944

*Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike (AIC) e Schwarz (SC).

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela A4: Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária ADF em primeira diferença com tendência e com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.

Lags*	BM&FBOVESPA		AC		CC		CT		IT		JA		MN		MT		MR		RV		SH	
	AIC	SC																				
0	3,614	3,685	3,968	4,039	3,182	3,253	3,690	3,761	3,322	3,393	3,442	3,513	3,255	3,327	3,581	3,653	3,841	3,912	3,593	3,664	3,370	3,441
1	3,635	3,730	3,949	4,044	3,189	3,284	3,706	3,801	3,348	3,444	3,467	3,563	3,246	3,341	3,608	3,703	3,863	3,958	3,575	3,670	3,396	3,491
2	3,652	3,772	3,961	4,081	3,215	3,336	3,723	3,843	3,366	3,486	3,462	3,582	3,203	3,323	3,634	3,754	3,872	3,992	3,599	3,719	3,391	3,511
3	3,674	3,819	3,977	4,122	3,222	3,366	3,709	3,854	3,389	3,534	3,482	3,627	3,215	3,360	3,661	3,806	3,896	4,040	3,625	3,770	3,407	3,551
4	3,702	3,871	4,004	4,173	3,239	3,409	3,732	3,902	3,414	3,584	3,507	3,676	3,242	3,412	3,687	3,857	3,917	4,087	3,636	3,806	3,430	3,600
5	3,714	3,909	4,021	4,217	3,267	3,462	3,756	3,951	3,428	3,624	3,524	3,719	3,242	3,437	3,694	3,889	3,943	4,138	3,659	3,855	3,442	3,637
6	3,728	3,949	4,046	4,267	3,294	3,515	3,769	3,990	3,447	3,668	3,552	3,773	3,260	3,481	3,721	3,942	3,933	4,154	3,682	3,903	3,467	3,688
7	3,757	4,004	4,070	4,317	3,323	3,569	3,765	4,012	3,467	3,714	3,574	3,820	3,287	3,534	3,721	3,968	3,960	4,207	3,708	3,955	3,494	3,741
8	3,776	4,049	4,096	4,369	3,307	3,580	3,789	4,062	3,468	3,741	3,566	3,839	3,291	3,564	3,718	3,991	3,988	4,261	3,721	3,995	3,521	3,794
9	3,803	4,103	4,124	4,424	3,334	3,634	3,816	4,116	3,491	3,790	3,582	3,882	3,307	3,607	3,747	4,047	4,012	4,312	3,748	4,047	3,539	3,839
10	3,814	4,141	4,146	4,473	3,363	3,689	3,844	4,171	3,506	3,833	3,585	3,911	3,337	3,663	3,778	4,104	4,043	4,369	3,775	4,101	3,546	3,873
11	3,768	4,122	4,176	4,530	3,386	3,740	3,869	4,223	3,534	3,888	3,581	3,935	3,360	3,714	3,807	4,161	4,011	4,364	3,764	4,118	3,575	3,929
12	3,796	4,177	4,207	4,588	3,394	3,776	3,900	4,281	3,557	3,939	3,609	3,990	3,391	3,772	3,837	4,218	3,985	4,366	3,786	4,167	3,605	3,986

*Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike (AIC) e Schwarz (SC).

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela A5: Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária DF/GLS em nível com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.

Lags*	BM&FBOVESPA		AC		CC		CT		IT		JA		MN		MT		MR		RV		SH	
	AIC	SC																				
0	3,594	3,617	3,928	3,951	3,174	3,198	3,645	3,669	3,290	3,314	3,406	3,430	3,254	3,278	3,547	3,570	3,796	3,820	3,560	3,584	3,341	3,365
1	3,598	3,645	3,953	4,000	3,182	3,229	3,670	3,718	3,316	3,363	3,431	3,478	3,259	3,306	3,572	3,620	3,803	3,850	3,575	3,623	3,338	3,385
2	3,613	3,685	3,945	4,017	3,181	3,253	3,678	3,750	3,340	3,411	3,457	3,528	3,241	3,313	3,598	3,670	3,829	3,900	3,566	3,637	3,362	3,433
3	3,627	3,723	3,954	4,050	3,207	3,303	3,685	3,781	3,354	3,450	3,451	3,547	3,191	3,287	3,623	3,720	3,846	3,942	3,589	3,685	3,368	3,464
4	3,645	3,765	3,963	4,084	3,213	3,334	3,687	3,807	3,375	3,495	3,472	3,592	3,208	3,328	3,648	3,769	3,869	3,990	3,615	3,736	3,378	3,499
5	3,671	3,817	3,987	4,133	3,225	3,370	3,703	3,849	3,402	3,547	3,498	3,644	3,233	3,379	3,675	3,821	3,883	4,029	3,622	3,767	3,399	3,545
6	3,688	3,859	4,010	4,181	3,251	3,422	3,730	3,901	3,412	3,583	3,514	3,684	3,239	3,410	3,686	3,857	3,905	4,076	3,644	3,815	3,418	3,589
7	3,709	3,905	4,037	4,233	3,277	3,473	3,742	3,939	3,422	3,619	3,540	3,737	3,252	3,449	3,714	3,910	3,908	4,105	3,670	3,866	3,441	3,637
8	3,736	3,958	4,057	4,279	3,305	3,528	3,748	3,970	3,448	3,670	3,564	3,787	3,277	3,499	3,700	3,922	3,931	4,154	3,698	3,920	3,470	3,692
9	3,759	4,007	4,083	4,331	3,295	3,544	3,767	4,015	3,455	3,703	3,557	3,805	3,284	3,533	3,700	3,949	3,957	4,205	3,708	3,957	3,498	3,747
10	3,784	4,058	4,112	4,387	3,320	3,595	3,796	4,071	3,475	3,750	3,570	3,845	3,302	3,577	3,730	4,005	3,984	4,259	3,736	4,011	3,510	3,784
11	3,785	4,087	4,137	4,439	3,347	3,649	3,825	4,127	3,495	3,796	3,576	3,878	3,331	3,632	3,760	4,062	4,014	4,315	3,761	4,063	3,524	3,825
12	3,750	4,078	4,166	4,495	3,372	3,701	3,852	4,180	3,524	3,852	3,573	3,901	3,354	3,682	3,789	4,118	3,984	4,312	3,753	4,082	3,550	3,879

*Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike (AIC) e Schwarz (SC).

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela A6: Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária DF/GLS em nível com tendência e com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.

Lags [*]	BM&FBOVESPA		AC		CC		CT		IT		JA		MN		MT		MR		RV		SH	
	AIC	SC																				
0	3,568	3,592	3,894	3,918	3,147	3,171	3,617	3,641	3,259	3,283	3,371	3,395	3,231	3,255	3,521	3,544	3,771	3,794	3,527	3,551	3,317	3,340
1	3,570	3,617	3,920	3,967	3,153	3,201	3,642	3,689	3,285	3,333	3,395	3,442	3,233	3,280	3,546	3,593	3,774	3,822	3,538	3,585	3,309	3,357
2	3,582	3,654	3,918	3,989	3,146	3,217	3,646	3,718	3,307	3,379	3,421	3,493	3,206	3,278	3,571	3,642	3,801	3,872	3,535	3,606	3,332	3,404
3	3,592	3,688	3,923	4,019	3,170	3,266	3,648	3,744	3,317	3,413	3,412	3,508	3,141	3,237	3,595	3,691	3,820	3,916	3,556	3,652	3,341	3,437
4	3,605	3,726	3,927	4,047	3,170	3,291	3,654	3,775	3,334	3,455	3,431	3,551	3,163	3,284	3,618	3,739	3,842	3,963	3,580	3,701	3,348	3,469
5	3,631	3,776	3,948	4,094	3,174	3,319	3,667	3,813	3,362	3,507	3,458	3,604	3,185	3,331	3,646	3,791	3,853	3,999	3,581	3,726	3,366	3,512
6	3,650	3,821	3,973	4,144	3,198	3,369	3,695	3,866	3,365	3,535	3,467	3,638	3,199	3,370	3,655	3,826	3,873	4,043	3,599	3,770	3,388	3,559
7	3,674	3,870	4,001	4,198	3,218	3,415	3,706	3,902	3,365	3,561	3,491	3,687	3,204	3,401	3,683	3,880	3,880	4,076	3,627	3,823	3,411	3,607
8	3,699	3,921	4,017	4,239	3,246	3,468	3,716	3,938	3,393	3,615	3,518	3,740	3,224	3,446	3,663	3,885	3,901	4,123	3,656	3,878	3,439	3,662
9	3,725	3,973	4,044	4,292	3,247	3,495	3,732	3,980	3,409	3,657	3,516	3,765	3,239	3,488	3,669	3,917	3,923	4,172	3,666	3,915	3,469	3,717
10	3,746	4,021	4,073	4,348	3,267	3,542	3,761	4,036	3,427	3,702	3,521	3,796	3,260	3,535	3,698	3,973	3,952	4,227	3,696	3,970	3,475	3,750
11	3,740	4,042	4,100	4,402	3,287	3,589	3,791	4,092	3,451	3,753	3,530	3,832	3,287	3,588	3,728	4,029	3,981	4,282	3,716	4,018	3,493	3,795
12	3,717	4,045	4,127	4,456	3,317	3,645	3,819	4,147	3,482	3,810	3,534	3,862	3,305	3,634	3,757	4,086	3,952	4,281	3,718	4,046	3,518	3,846

*Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike (AIC) e Schwarz (SC).

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela A7: Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária DF/GLS em primeira diferença com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.

Lags [*]	BM&FBOVESPA		AC		CC		CT		IT		JA		MN		MT		MR		RV		SH	
	AIC	SC																				
0	3,747	3,771	3,941	3,964	3,426	3,450	3,659	3,682	3,297	3,321	3,418	3,441	3,502	3,526	3,557	3,580	3,810	3,834	3,565	3,589	3,338	3,362
1	3,725	3,773	3,925	3,973	3,323	3,370	3,674	3,721	3,323	3,370	3,443	3,490	3,362	3,410	3,583	3,630	3,832	3,880	3,552	3,600	3,364	3,412
2	3,724	3,796	3,937	4,009	3,321	3,393	3,690	3,762	3,340	3,412	3,442	3,514	3,266	3,338	3,609	3,681	3,842	3,914	3,577	3,649	3,360	3,432
3	3,731	3,827	3,951	4,048	3,304	3,401	3,677	3,774	3,363	3,460	3,465	3,562	3,286	3,383	3,635	3,732	3,865	3,962	3,603	3,700	3,376	3,473
4	3,751	3,872	3,978	4,099	3,288	3,409	3,700	3,821	3,388	3,510	3,491	3,612	3,296	3,417	3,661	3,782	3,886	4,007	3,614	3,735	3,400	3,522
5	3,763	3,910	3,996	4,143	3,307	3,453	3,723	3,870	3,403	3,550	3,509	3,656	3,312	3,459	3,674	3,820	3,912	4,058	3,639	3,785	3,412	3,558
6	3,791	3,963	4,021	4,193	3,325	3,497	3,737	3,909	3,421	3,593	3,535	3,707	3,303	3,475	3,700	3,872	3,902	4,074	3,662	3,834	3,435	3,607
7	3,808	4,006	4,044	4,242	3,351	3,548	3,733	3,931	3,441	3,639	3,558	3,755	3,317	3,515	3,697	3,894	3,929	4,126	3,689	3,886	3,463	3,660
8	3,837	4,061	4,069	4,293	3,352	3,576	3,756	3,980	3,441	3,664	3,544	3,768	3,336	3,559	3,691	3,914	3,956	4,180	3,695	3,919	3,489	3,713
9	3,845	4,095	4,097	4,347	3,365	3,615	3,783	4,033	3,462	3,712	3,557	3,806	3,354	3,603	3,720	3,970	3,980	4,230	3,722	3,972	3,506	3,756
10	3,829	4,106	4,119	4,395	3,382	3,659	3,811	4,088	3,477	3,753	3,567	3,843	3,371	3,648	3,750	4,026	4,010	4,287	3,746	4,023	3,514	3,790
11	3,823	4,127	4,148	4,452	3,412	3,715	3,835	4,138	3,505	3,808	3,562	3,865	3,381	3,684	3,778	4,081	3,977	4,280	3,739	4,042	3,541	3,845
12	3,838	4,169	4,179	4,509	3,440	3,770	3,866	4,196	3,528	3,859	3,586	3,916	3,405	3,736	3,807	4,138	3,951	4,281	3,758	4,088	3,571	3,902

*Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike (AIC) e Schwarz (SC).

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela A8: Critério da melhor defasagem do teste de raiz unitária DF/GLS em primeira diferença com tendência e com intercepto para BM&FBOVESPA e dos municípios produtores de milho goianos analisados.

Lags [*]	BM&FBOVESPA		AC		CC		CT		IT		JA		MN		MT		MR		RV		SH	
	AIC	SC																				
0	3,653	3,677	3,934	3,958	3,286	3,310	3,655	3,679	3,288	3,312	3,414	3,437	3,366	3,390	3,609	3,633	3,807	3,830	3,564	3,588	3,335	3,359
1	3,659	3,706	3,915	3,963	3,246	3,294	3,671	3,719	3,314	3,362	3,439	3,486	3,299	3,347	3,631	3,679	3,828	3,876	3,551	3,599	3,361	3,409
2	3,673	3,745	3,928	4,000	3,262	3,334	3,688	3,760	3,332	3,404	3,438	3,510	3,238	3,310	3,654	3,726	3,837	3,909	3,575	3,647	3,356	3,428
3	3,691	3,788	3,943	4,040	3,265	3,361	3,674	3,771	3,356	3,452	3,461	3,558	3,254	3,351	3,675	3,772	3,861	3,957	3,602	3,699	3,372	3,469
4	3,715	3,837	3,970	4,091	3,264	3,385	3,697	3,818	3,380	3,502	3,487	3,608	3,272	3,393	3,703	3,824	3,882	4,003	3,613	3,735	3,397	3,518
5	3,725	3,871	3,988	4,134	3,286	3,432	3,720	3,867	3,396	3,542	3,506	3,652	3,281	3,428	3,710	3,857	3,907	4,054	3,639	3,785	3,408	3,554
6	3,748	3,920	4,012	4,184	3,309	3,481	3,733	3,905	3,414	3,586	3,532	3,703	3,285	3,456	3,738	3,909	3,897	4,069	3,661	3,833	3,431	3,603
7	3,772	3,970	4,036	4,233	3,335	3,533	3,729	3,926	3,434	3,631	3,554	3,751	3,304	3,502	3,720	3,917	3,924	4,121	3,688	3,885	3,458	3,656
8	3,798	4,022	4,061	4,284	3,326	3,549	3,752	3,976	3,433	3,656	3,539	3,763	3,315	3,539	3,730	3,953	3,952	4,175	3,695	3,918	3,485	3,709
9	3,816	4,066	4,088	4,338	3,347	3,597	3,779	4,029	3,454	3,704	3,554	3,804	3,330	3,580	3,757	4,006	3,976	4,225	3,721	3,971	3,502	3,752
10	3,810	4,087	4,109	4,386	3,370	3,646	3,807	4,083	3,469	3,745	3,563	3,839	3,355	3,631	3,783	4,059	4,006	4,282	3,746	4,023	3,509	3,786
11	3,786	4,090	4,139	4,442	3,397	3,700	3,831	4,134	3,497	3,800	3,554	3,858	3,373	3,676	3,811	4,115	3,973	4,276	3,734	4,038	3,537	3,840
12	3,806	4,136	4,170	4,500	3,419	3,750	3,862	4,192	3,520	3,850	3,581	3,911	3,402	3,732	3,833	4,164	3,947	4,277	3,756	4,087	3,567	3,897

*Número de defasagens selecionadas conforme menor Critério de Akaike (AIC) e Schwarz (SC).

Fonte: Resultados da pesquisa