

idp

idn

MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA

USO DE DERIVATIVOS AGROPECUÁRIOS: CONTRATOS DE OPÇÕES NA GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DE PREÇOS DAS *COMMODITIES* (BOI GORDO, MILHO E SOJA) NEGOCIADOS POR PRODUTORES GOIANOS DE RIO VERDE

FRANCINALDO BORGES GUIMARÃES

Brasília-DF, 2023

FRANCINALDO BORGES GUIMARÃES

USO DE DERIVATIVOS AGROPECUÁRIOS: CONTRATOS DE OPÇÕES NA GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DE PREÇOS DAS *COMMODITIES* (BOI GORDO, MILHO E SOJA) NEGOCIADOS POR PRODUTORES GOIANOS DE RIO VERDE

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia pelo Programa de Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

Orientador

Professor Doutor Rogério Boueri Miranda

Brasília-DF 2023

FRANCINALDO BORGES GUIMARÃES

USO DE DERIVATIVOS AGROPECUÁRIOS: CONTRATOS DE OPÇÕES NA GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DE PREÇOS DAS *COMMODITIES* (BOI GORDO, MILHO E SOJA) NEGOCIADOS POR PRODUTORES GOIANOS DE RIO VERDE

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia pelo Programa de Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

Aprovado em 15 / 09 / 2023

Banca Examinadora

Prof. Dr. Rogério Boueri Miranda - Orientador

Prof. Dr. Alexandre Xavier Ywata de Carvalho

Prof. Dr. Milton de Souza Mendonça Sobrinho

G963u Guimarães, Francinaldo Borges
Uso de derivativos agropecuários: contratos de opções na gestão de riscos e proteção de preços das commodities (boi gordo, milho e soja) negociados por produtores goianos de Rio Verde / Francinaldo Borges Guimarães. – Brasília: IDP, 2024.

76 p.
Inclui bibliografia.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tese/Dissertação) – Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, Curso de Mestrado Profissional em Economia, Brasília, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Boueri Miranda.

1. Mercado. 2. Cotações. 3. Mecanismo. 4. Safra. 5. Variação. I. Título.

CDD: 338

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Ministro Moreira Alves
Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa

RESUMO

Este estudo analisa o uso do derivativo agrícola e pecuário, contrato de Opções, direcionados às *commodities* Boi Gordo, Milho e Soja na mitigação de riscos e proteção (hedge) de preços realizados por produtores goianos na região do município de Rio Verde. O trabalho procura verificar a negociação à vista amparada pelo derivativo futuro com opção venda negociados na bolsa de valores brasileira, observando séries históricas de preços a partir da safra 2017 até o final da safra 2022, considerando momentos pontuais de contratação e fechamento de negócios como início do ciclo da cultura, colheita ou terminação do produto. Para tanto, realiza-se operações simuladas de contratos de Opções de Venda (PUT) sobre Futuros com Liquidação Financeira a partir de cotações reais praticados na B3 e realizar um paralelo de rentabilidade com mercado à vista no diferencial de base dos municípios goianos com representatividade na cotação das *commodities* em análise. Por fim são apresentados resultados que proporcionam o produtor realizar análise da utilização deste mecanismo para se proteger de variação de queda nos preços.

Palavras-chaves: Mercado, Cotações, Mecanismo, Safra, Variação.

ABSTRACT

This study analyzes the use of agricultural and livestock derivatives, Options contracts, directed to the commodities Fat Cattle, Corn and Soybean in the mitigation of risks and protection (hedge) of prices realized by Goiás producers in the region of the municipality of Rio Verde. The work seeks to verify the spot trading supported by the futures derivative with put option traded on the Brazilian stock exchange, observing historical series of prices from the 2017 harvest until the end of the 2022 harvest, considering specific moments of contracting and closing of deals as the beginning of the crop cycle, harvesting or finishing the product. To this end, simulated operations of Put Options (PUT) contracts on Cash Settled Futures are carried out based on real quotations practiced on B3 and carry out a parallel of profitability with the spot market on the basis differential of the municipalities of Goiás with representativeness in quotation of the commodities under analysis. Finally, results are presented that allow the producer to carry out an analysis of the use of this mechanism to protect himself from a drop in prices.

Keywords: Market, Quotes, Mechanism, Harvest, Variation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne
BM&F	Bolsa de Mercadorias e Futuros
B3	Brasil, Bolsa e Balcão
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CONAB	<i>Companhia Nacional de Abastecimento</i>
CVM	Comissão de Valores Imobiliários
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
EUA	Estados Unidos da América
IDP	Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICBC	Índice de Custo de Produção de Bovinos Confinados
LAE	Laboratório de Análises Socioeconômico e Ciência Animal
PIB	Produto Interno Bruto
USP	Universidade de São Paulo
ZARC	Zoneamento Agrícola de Risco Climático
@	Arroba Boi gordo

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Fórmula Black-Scholes	37
Figura 2 Fórmula do Desvio-padrão	37
Figura 3 Contratos disponíveis na Bolsa de Valores (B3) – Soja	41
Figura 4 Gráfico da Análise do <i>Hedge</i> Soja Verão 2017/2022	44
Figura 5 Contratos disponíveis na Bolsa de Valores (B3) – Milho	46
Figura 6 Gráfico da Análise do <i>Hedge</i> Milho Safrinha 2018/2022	48
Figura 7 Contratos disponíveis na Bolsa de Valores (B3) – Boi Gordo	51
Figura 8 Gráfico da Análise do <i>Hedge</i> Boi Gordo Verão 2018/2022	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1

Comparação entre os contratos de Mercado Futuro e Mercado de Opções
.....17

Quadro 2

Opções sobre Futuro de Milho com Liquidação Financeira
.....32

Quadro 3

Opções sobre Futuro de Soja do CME Group
.....33

Quadro 4

Opções sobre Futuro de Boi Gordo com Liquidação Financeira
.....35

Quadro 5

Expectativa de mitigação do preço da saca de soja no momento da colheita
.....42

Quadro 6

Análise do *Hedge* Soja Verão Bolsa de Valores(B3) / Rio Verde (GO)
.....43

Quadro 7

Expectativa de mitigação do preço da saca de milho no momento da colheita
.....46

Quadro 8

Análise do *Hedge* Milho Safrinha Bolsa de Valores(B3) / Rio Verde (GO)
.....48

Quadro 9

Expectativa de mitigação do preço da arroba Boi gordo no momento do abate
.....51

Quadro 10

Análise do *Hedge* Boi Gordo Entressafra Bolsa de Valores (B3) / Rio Verde (GO)
.....53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1

Dados negociação soja verão na Bolsa de Valores (B3) mitigado com negociação no mercado à vista em Rio Verde (GO)

.....42

Tabela 2

Resultados: custo/rentabilidade na comercialização de soja – Rio Verde/GO

.....44

Tabela 3

Dados negociação milho safrinha na Bolsa de Valores (B3) mitigado com negociação no mercado à vista em Rio Verde (GO)

.....47

Tabela 4

Resultados: custo/rentabilidade na comercialização de milho – Rio Verde/GO

.....49

Tabela 5

Dados negociação boi gordo na Bolsa de Valores (B3) mitigado com negociação no mercado à vista em Rio Verde (GO)

.....52

Tabela 6

Resultados: custo/rentabilidade na comercialização Boi gordo – Rio Verde/GO

.....54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 A IMPORTÂNCIA DO AGRONEGÓCIO GOIANO.....	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
3.1 Agronegócio Brasileiro.....	22
3.2 Gestão de riscos e incertezas no agronegócio.....	23
3.3 Derivativos.....	26
3.3.1 Utilização do Mercado de Opções na gestão de riscos e proteção aos preços de commodities agropecuárias.....	28
4 METODOLOGIA	31
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	40
5.1 Rentabilidade na proteção de preço estratégia de comercialização das commodities: Soja, Milho e Boi Gordo no mercado à vista goiano realizando hedge dos ativos no mercado futuro de Opção de Venda (PUT).....	40
5.2 Soja Verão.....	40
5.3 Milho Safrinha.....	45
5.4 Boi Gordo.....	50
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICES.....	606
ANEXOS.....	75

1



1

INTRODUÇÃO

O presente estudo dedica-se a apresentar mecanismos que garanta proteção aos preços das commodities comercializadas por produtores goianos, mais especificamente à utilização do derivativo de Opções no mercado futuro, os riscos que envolvem a produção, mercados, formas de negociação e volatilidades dos preços das commodities de Boi Gordo, Milho e Soja que impulsionam o agronegócio e a economia do país.

O agronegócio brasileiro tem sido cada vez mais o setor da economia de grande relevância na geração de empregos, responsável pelos superávits na balança comercial e que alimenta grande parte da população mundial. No entanto, variáveis macroeconômicas, como juros altos, oscilação da moeda, variações na taxa de crescimento econômico brasileiro, bem como a oferta e a demanda dos mercados interno e externo geram insegurança ao processo produtivo e à comercialização dos produtos gerados no agro.

Diante de tantos riscos que envolve o agronegócio, e em especial a produção de soja, milho e boi gordo, o sistema financeiro oferece derivativos como instrumento para obtenção de um resultado financeiro por meio de contrato que deriva de um ativo-objeto, que pode ser uma moeda, uma ação, um índice ou *commodities* agropecuária a qual se busca desmitificar nesta pesquisa mostrando ao produtor seu valor na gestão de riscos negocial (MICELI, 2017).

Os riscos que envolvem o preço das *commodities*, em especial preços ligados ao setor agropecuário, são constantes a variação de preços devido a fatores exógenos, relacionados a produção, clima, câmbio, consumo necessitam de meios de proteção contra estas variações (CALEGARI; BAIGORRI; FREIRE, 2012). Estes riscos podem ser mitigados através dos instrumentos contrato futuro, contrato de opções, a termo e o *swap*. O mercado de derivativos apresenta três

diferentes objetivos: *hedge*, arbitragem e especulação (BM & FBOVESPA-CVM, 2015)

Os derivativos agrícolas ajudam os produtores a melhor gerenciar custos e incertezas extras que é essencial na continuidade dos negócios evitando prejuízos e contribuindo para o sucesso dos projetos.

As variáveis macroeconômicas incidem sobre os preços e custos de produção agropecuária, levando à negociação futura as incertezas de mercado, e elevando os riscos de prejuízos nas atividades agrícola e pecuária.

A grande parte dos produtores visa a produtividade a fim de gerar maiores lucros, porém os riscos inerentes à produtividade também se sujeitam ao risco de clima, risco de crédito, risco operacional e risco de mercado.

E procurando mitigar o risco de mercado, propõe-se neste trabalho o uso de derivativo Opções de Mercado Futuro – PUT focado no *hedge* apropriado por entendemos ser uma poderosa ferramenta na gestão de risco de preço nas *commodities* agropecuárias com a utilização da base de preço, representando o estado de Goiás, a cidade de Rio Verde (GO) para os produtos soja e milho e boi gordo.

Mas será que a contratação dos derivativos Opções de mercado futuro se mostra eficaz na proteção contra a queda de preços das *commodities* Boi Gordo, Milho e Soja produzidas e comercializadas pelos produtores goianos?

Já que estes derivativos agropecuários são negociados na forma de contratos padronizados, previamente estabelecidas em mercados organizados garantindo oportunidade de transferência de risco de flutuações de preços e outras variáveis.

Diante dos fatos apresentados, este trabalho abordará a problemática sob a ótica da proteção de preço sujeitos ao risco de mercado no uso de estratégias de *hedge* para mitigar possíveis danos financeiros.

A hipótese norteadora desta pesquisa pressupõe que o uso de mecanismos financeiros de proteção de preço protege perdas por meio do derivativo Opções, que de forma apropriados à negociação associada ao preço na Bolsa de Valores brasileira (B3).

O objetivo geral deste estudo é verificar como o uso do derivativo futuro de Opção, modalidade PUT, associada a negociação à vista podem mitigar riscos na queda de preço das commodities Boi Gordo, Milho e Soja mais produzidas e negociadas por produtores goianos. Discorrendo teorias bibliográficas sobre o tema estudado; Desenvolver a habilidade de acessar informações e interpretá-las; Apresentar simulações hipotéticas para análises e verificação dos resultados quanto ao atendimento do propósito principal de proteger o preço mínimo esperado pelo produtor.

Nesse contexto de gerenciamento de risco no uso de derivativos agropecuários buscaremos mostrar aos produtores que existe no mercado financeiro ferramentas capazes de gerenciar riscos de mercado contra a volatilidade dos preços, revisando literaturas existentes e aplicando métodos estatísticos de análise, destacando por fim suas vantagens e limitações conforme resultados e discussão posteriores a análises dos dados propiciando novos estudos.

Há quatros tipos principais de derivativos negociáveis em bolsa: contratos a termo, contratos futuros, contrato de opções e *swap*. No entanto restringimos a utilização do derivativo Opções por terem uma operacionalização maior de commodities agropecuárias e fácil entendimento e operacionalização pelo produtor.

A pesquisa visa verificar apenas o risco de mercados quanto aos preços das *commodities* soja, milho e boi gordo. Para isso centralizamos nossos estudos em variáveis econômicas diretamente ligadas ao agronegócio brasileiro. Serão analisados os dados públicos de preços de contratação, de fechamento e prêmios negociados das *commodities* precificados na Bolsa de Valores, a B3. A série histórica dos preços locais dos produtos agropecuários terão como fonte de coleta os disponibilizados pela CONAB, Esalq e outras. Serão utilizadas séries históricas de preços relacionadas aos produtos pesquisados dos últimos 5 anos (2017 a 2022).

O estudo não apresentará conclusões definitivas ou tendenciosa à utilização das operações de Opções ou comercialização no mercado físico à vista. Nem pretendemos tornar único ou afirmar que o derivativo de Opções será um instrumento de proteção que garanta aos produtores melhores preços que aqueles apresentados no mercado à vista. Não buscaremos desenvolver um sistema de linguagem de máquina ou modelos preditivos que apresente a eficiência do uso de derivativos em ambiente de mercado futuro e de

opções para medir a gestão de risco a partir das simulações a serem estudadas.

A relevância e contribuição desta tese, visa apresentar uma literatura de proteção aos riscos de mercado de *commodities* agropecuária, por meio do uso de um instrumento derivativo que melhor atenda o produtor na gerência de seus negócios com referenciais confiáveis da pujante economia do setor. Já que a volatilidade e incertezas nos preços da agropecuária tendem a uma tomada de decisão que pode levar ao lucro ou prejuízo se não conhecido o risco envolvido.

Atualmente as rivalidades comerciais entre nações vem provocando consequências globais, impactando diretamente os produtos agropecuários tanto na produção quanto precificações de seus preços levando riscos aos produtores. Isso tem despertado nos produtores a necessidade da utilização de mecanismos de compartilhamento de riscos, dentre eles o derivativo de Opções. A necessidade de proteção contra as incertezas descritas acima tem direcionado cada dia mais, instituições financeiras e empresas ligadas aos setores de *commodities* de soja, milho e boi gordo a oferecem *hedge* de Opções no intuito de tornar real as expectativas sobre os preços dos ativos subjacentes e sua tomada de decisão.

O estudo proposto procura no derivativo de Opções um produto de proteção que perdure a continuidade do produtor na atividade, mitigando riscos e tornando vantajoso os resultados financeiros ciclo a ciclo. Procuraremos também desmitificar a visão de aumento de custo na contratação deste mecanismo de proteção, além de oferecer material literário voltado ao setor do agronegócio pouco explorado.

A escolha do Derivativo Contrato de Opções no mercado futuro se dá pela sua simplicidade e fácil entendimento pelo produtor rural em relação ao Derivativo Contrato Futuro, conforme descrito abaixo no Quadro 1. Ambos são compromissos de compra e venda de um ativo numa data futura a um preço estabelecido entre os negociadores por meio da Bolsa quando da negociação (CNA, 2021).

Quadro 1: Comparação entre os contratos de Mercado Futuro e Mercado de Opções

	CONTRATO FUTURO	CONTRATO DE OPÇÕES
Contratos padronizados	X	X
Ajuste diário	X	
Necessidade de Garantia	X	
Reserva de fluxo de Caixa	X	
Ativos a custo zero		X
Bolsas internacionais	X	X
Encerramento antecipado	X	X
Preço e prazo definido previamente	X	X

Fonte: CNA. Elaboração própria.

O tipo de Opções utilizada visando uma proteção de preço será Opção de venda, também conhecida como PUT. Esta Opção dá o direito ao produtor de vender os objetos em questão, com preço e data predeterminado.

A relevância dessa pesquisa ajudará profissionais analistas do agronegócio, produtores e instituições financeiras a compreender a dinâmica econômica entre volatilidade de preços e suas variáveis intrínsecas ao risco negocial futuro. Sua contribuição será relevante no planejamento de aquisição e comercialização dos produtos agrícolas delimitados no estudo e ao setor financeiro provisionar recursos e mitigar riscos oferecendo ao produtor o melhor instrumento de derivativo.

Este estudo, além desta parte introdutória, terá em mais três capítulos. No segundo falaremos da importância do agro para o estado de Goiás. Em seguida realizaremos uma abordagem conceitual dos termos ligados as operações de derivativos possíveis de utilização na busca de mitigar riscos inerentes a atividade agropecuária das commodities: boi gordo, milho e soja. Já o quarto capítulo, abordará os métodos empregados no desenvolvimento do trabalho, bem como



apresentação dos dados a serem colhidos. Ao final, será apresentado os resultados obtidos e propostas de futuros estudos na área.



2

A IMPORTÂNCIA DO AGRONEGÓCIO GOIANO

O agronegócio goiano tem ganhado protagonismo no cenário nacional, devido sua conjuntura socioeconômica melhorando a qualidade de vida de muitos goianos e brasileiros que buscam no campo fontes de rendas para sua sustentabilidade. Segundo dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged) Goiás possui o saldo positivo de 2,1 mil vagas na geração de empregos formais criadas pelo setor do Agro. No ranking nacional o estado ocupa a terceira posição em fevereiro de 2023 (Goiás, 2023).

Nos últimos anos tem crescido em Goiás as áreas disponíveis para exploração agropecuária como também seu poder de fornecedor dinâmico no mercado nacional, principalmente na produção de grãos com 27,1 milhões de toneladas na safra 2019/2020 sendo o terceiro maior produtor brasileiro, conforme divulgado pela Conab em maio de 2020 (EMATER, 2020). A pecuária goiana também é destaque na atividade econômica no país, com rebanho de aproximadamente 22 milhões de cabeças, segundo maior do país, representando 10,7% do total. E a carne bovina é responsável por 3,2% de tudo aquilo exportado pelo país, aponta Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne -ABIEC, em 2018 (FERREIRA *et al*, 2019).

O Estado de Goiás com esses números apresentados torna-se grande fornecedor para o mercado interno e externo em relação aos volumes produzidos, alinhados ao emprego de novas tecnologias e métodos na condução das atividades agropecuárias. A inserção do estado no mercado internacional, devido a demanda mundial de alimentos, às últimas políticas cambiais e a desvalorização da moeda nacional em relação ao dólar, torna nossos produtos (soja, milho e carne bovina) um produto atraente.

No entanto os produtores rurais goianos apoiam geralmente seus riscos em operações de crédito financeiro como Custeios, CPR, EGF e outros. Baseados na premissa que sempre haverá mecanismos governamentais de financiamento das atividades, porém a realidade vem se mostrando o contrário atualmente. Por isso entendemos que é importante que estes mesmos produtores entendam a necessidade de se protegerem a fim de garantir solidez de sua empresa ao ar livre utilizando mecanismo contra volatilidade do mercado, entendendo que a preocupação da comercialização se inicia antes mesmo do plantio dos grãos ou a colocação do boi no pasto.

Outro desafio é a concentração das atividades em reduzido número de cidades do estado. Os municípios de Rio Verde, Jataí e Itumbiara são responsáveis pelos bons números positivos do agronegócio goiano devido a sua produção de grãos, terras férteis, logística e infraestrutura criadas para oportunizar melhores negócios (SEGPLAN, 2013).

A falta de políticas que vise valor agregado as nossas commodities provoca um risco maior aos bolsos dos produtores goianos. Daí a importância do entendimento dos fatores intrínsecos a formação de preços dos produtos boi gordo, milho e soja ao longo do tempo, haja vista o potencial goiano frente o impulsionamento do setor nos números econômicos do país. O derivativo de Opções pode ser uma ferramenta útil nesta decisão em mitigar riscos inerentes ao fator preço e mercado interno e externo.

3



3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo apresentaremos conceitos literários de relevância aos termos e estudos propostos que fundamentam dados teóricos e empírico que aqui propusemos analisar.

3.1 Agronegócio Brasileiro

A agropecuária é peça chave no desenvolvimento do Brasil desde sua colonização devido às grandes vantagens favoráveis como terra fértil, disponibilidade de água, clima tropical e estações climáticas regular. Depois de meio século da consolidação da indústria no país, as atividades agropecuárias ainda desempenham um papel decisivo no impulsionamento da economia, conforme as divulgações do Produto Interno Bruto (PIB), além de ser uma importantíssima fonte de renda e de empregos (NORONHA, 2007):

A abertura do mercado brasileiro obrigou diversos setores da economia, sobretudo a agropecuária, a promover um choque de modernização, em prol da sua sobrevivência baseada no crescimento das exportações e a mudança na política cambial durante a década de 1990. Além disso a estabilização da economia viabilizou a realização de investimentos com melhor planejamento, a custos menores, incorporando novas tecnologias, melhorias no campo logístico e fabulosos índices de crescimento da produção e das exportações do setor agropecuários, segundo Bacha (2004).

Os principais segmentos do agronegócio brasileiro vêm das cadeias produtiva pecuária e agrícola as quais se destacam: a Carne bovina consumida mundialmente coloca o Brasil como o segundo maior produtor com 9,3 milhões de toneladas. A sua frente vem os

Estados Unidos (EUA) com a produção anual de cerca de 12,7 milhões de toneladas conforme dados (PecSite, 2021). A maior parte da carne bovina brasileira é consumida internamente (6,5 milhões de toneladas em 2004), o que se traduz em um consumo médio de 35 kg de carne per capta e o restante (1,8 milhões de toneladas em 2004) é exportado para diversos mercados. Tudo isso, graças ao processo de modernização da produção e de integração entre produtores, frigoríficos e varejistas, visando ganhos de escala e de eficiência.

Já o cultivo de soja no Brasil se mostra um negócio extremamente atraente, inclusive por ser de fácil manejo. Assim como a área cultivada, a produção nacional cresceu 501,6% quando comparada aos últimos 30 anos, abandonando uma produtividade de aproximadamente 20,1 milhões de toneladas produzidas para 120,9 milhões de toneladas nas respectivas safras, onde o Brasil perde apenas para os EUA como maiores produtores do grão conforme dados da Embrapa Soja, 2020.

Outra cultura do segmento da agricultura de grande importância para economia é o milho, mesmo que o solo e o clima brasileiro não favorecem a cultura com ganhos de produtividades frente aos países concorrentes. Mesmo assim a produção deste produto se destaca pela expressividade e ocupa a segunda maior área plantada segundo estimativa do IBGE em 2005. O mercado internacional de milho movimentada, anualmente, mais de 70 milhões de toneladas, das quais cerca de 50 milhões são fornecidas pelos EUA, e 9 milhões pela Argentina. O mercado estadunidense é também, de longe, o maior do mundo e deve se expandir ainda mais em decorrência das iniciativas daquele governo em promover o avanço na fabricação de álcool e açúcar a partir do milho (SANTANA, 2000).

3.2 Gestão de riscos e incertezas no agronegócio

Os riscos são inerentes as atividades produtoras e que no agronegócio parece ser maior devido às incertezas de clima, risco operacional, risco de crédito e risco de mercado. Nestes cenários, sabe-se que o risco é a possibilidade de resultados não esperado positivamente ou negativamente.

As incertezas no agronegócio podem desencadear sucessões de eventos que podem inviabilizar a atividade seja pela queda de preços dos produtos, aumento dos custos, desajustes no fluxo de caixa,

questões de oferta e demanda, influências do dólar e fatores climáticos (CIATECH, 2023).

A ocorrência de eventos climáticos adversos (como a geada, seca ou estiagem e o excesso de chuvas) nas regiões agrícolas do País tem ocasionado prejuízos significativos aos produtores, mesmo considerando o elevado nível de tecnologia aplicado nas atividades rurais.

Para se proteger de riscos os produtores possuem algumas ferramentas mitigadoras. Os riscos de produção podem ser administrados com a utilização de tecnologia, a observância ao Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), contratação de seguro agrícola ou Programa de Garantia de Atividade Agropecuária (Proagro). Também o risco de preços decorrentes de fatores de oferta concentrada nos períodos da safra (colheita), quedas e aumento na produção, elevação ou retração no consumo podem ser controlados por meio de utilização de mecanismos de proteção das commodities como, por exemplo, contrato de opções, contrato futuro e termo de mercadorias (BB SEGUROS, 2023).

O produtor não tem a capacidade de controlar os riscos de produção, mas tem a opção de planejar o preço de venda de sua produção por saca ou arroba na época da comercialização, proporcionando assim contabilizar o fechamento de seus custos da produção e remunerar sua atividade produtiva o que é chamado de *hedge* (MOSCHINI, *et al.*, 2001)

O *hedge* é o agente participante do Mercado de Bolsa que opera buscando a eliminação do risco de perdas oriundas das oscilações de preço, por meio de operações de compra ou venda a futuro. Os produtores rurais executam *hedge* de venda enquanto as agroindústrias que procuram se proteger de oscilações executam *hedge* de compra. A proteção através de *hedge* requer planejamento baseadas em avaliações criteriosas de mercado, e suas variáveis macroeconômica e microeconômica de acordo com Petersen (2007).

A cadeia completa destas transações envolve outros dois agentes: o especulador e o lançador. O especulador atua nos mercados voláteis arriscando o seu capital em busca de lucro. Já o lançador é o participante investidor que vende o contrato futuro no Mercado, adquirindo para si a obrigação de negociar um ativo-objeto pelo preço de exercício (*strike*) com vencimento pré-determinado.

O *hedge* agregado aos derivativos mitiga riscos que vai de encontro de uma demanda latente do produtor rural, baseada na necessidade de maior segurança financeira frente a um cenário de instabilidades.

O risco de mercado são perdas decorrente de oscilações econômicas e financeiras, proveniente da possibilidade de perdas e flutuações dos preços, oscilações nas taxas de juros e de cambio nas commodities mesmo que indiretamente. A gestão eficiente deste risco passa por pontos principais, segundo Mendonça (2007):

- Na análise dos elementos de risco deve-se identificar as variáveis econômicas cuja volatilidade nos preços impacte o resultado da empresa/negócios, sendo essas instabilidades geridas por meio do *hedge*;
- A avaliação do procedimento de mercado e suas variáveis podem ser feitas por linguagem de máquinas com uso de algoritmos apropriados, como o uso da Simulação de Monte Carlo (técnica estatística que coleta amostras aleatória em um universo de resultados possíveis e desta amostra coleta estimativas de prováveis comportamentos para oferecer maior precisão aos resultados possíveis);
- Implementação de *hedge* necessita de um planejamento para identificar os fundamentos pelos quais deverá diminuir os riscos;
- Exposição dos contratos de derivativos: conhecendo as características de cada instrumento e sua natureza (compra e venda), seus efeitos tributários, liquidez, preços de estabilização e resultados;
- Planejamento da estratégia de atuação e de ação evasiva quando o *hedge* é executado controlando a finalização das posições de forma protegida e sem comprometer a liquidez do caixa da empresa.

Mesmo o cliente produtor rural que realiza o *hedge* com derivativos futuros objetivando proteção a nível de preço no mercado futuro, ainda assim estão sujeitos ao risco de nível de base. Risco de nível de base é aquele que faz a ligação entre os preços do mercado físico para determinada *commodity* e os preços cotado no mercado futuro, ou seja, o preço futuro ajustado por variáveis como frete, manuseio, armazenamento bem como a oferta e demanda local.

Muitos avaliam que o risco da base é razoavelmente insignificante, pois o mercado local tende a seguir um padrão histórico e sazonal, sendo assim necessário registros históricos das bases negociadas utilizadas para venda dos produtos (CME, 2014).

3.3 Derivativos

De acordo com Hull (1997), os derivativos são importantes instrumentos usados para gerenciar riscos de preços indicados para comprador e vendedor de commodities que desejam proteger suas posições contra alta ou baixa de preços e permita estabelecer um chão (mínimo) ao vendedor se proteger contra a queda e ao comprador estabelecer um teto (máximo) na subida de preços.

No Brasil o mercado de derivativos surgiu a partir de um ambiente de incertezas e insegurança, principalmente junto a produtores de café. Assim fez surgir a Bolsa de Café de Santos e a Bolsa de Mercadorias de São Paulo para se negociar contratos futuros de produtos agrícolas. A criação da Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) em 1986, impulsionou ainda mais o desenvolvimento deste tipo de negociação (CARMONA, 2009).

De acordo com a B3, derivativos é o nome dado para operações que possuem lastros financeiros que resultam de algum produto primário com possibilidade de liquidações futuras e passível de mitigação de risco dos preços destes ativos.

Os derivativos são instrumentos que agem na proteção contra a flutuações dos preços negociados em mercados abertos à vista (spot) de um ativo referenciado e que será alvo da proteção do risco de mercado (CAVALCANTE & MISUMI, 2001). Segundo Milan (2008), a função mais importante desempenhada pelos derivativos financeiros é a provisão potencial de técnicas de *hedge* contra o aumento das flutuações nos preços.

No Brasil a B3 é a única bolsa de valores que há negociação de contratos de derivativos agropecuários que são: Açúcar Cristal, Boi Gordo, Café Arábica 4/5, Café Arábica 6/7, Etanol Anidro, Etanol Hidratado, Milho, Ouro e Soja (B3, 2022).

Por fim, pode-se definir que os instrumentos formais de derivativos negociados em bolsas baseiam-se de acordos formalizados em contratos, cujo objetivo é transferir risco de uma parte à outra,

mantendo o instrumento básico e seus preços são formados a partir do preço do bem principal chamado de ativo subjacente.

Os derivativos financeiros podem ser divididos em quatro tipos de produtos:

1. Mercado a Termo: Compradores e vendedores se comprometem a comprar ou vender certa quantidade de ativos, a preço fixado, com liquidação em determinado prazo. O vendedor tem o compromisso da entrega do bem na data estipulada e o comprador a efetuar o pagamento a preço previamente definido. Nesta negociação não há exigência de apresentação de garantias aumentando o risco de inadimplência pelas partes já que esses contratos podem ser negociados nas bolsas de valores e no mercado de balcão. Para negócios realizados em bolsas se criou a *Clearing House* (Câmara de Compensação) a fim de assegurar a liquidação dos contratos com apresentação de garantias (CARVALHO, 1999);

2. Mercado de Swap: Instrumento que veio para permitir a obtenção de um *hedge* perfeito, pois possibilita o estabelecimento do fluxo de caixa entre dois ativos financeiros ou mercadorias pelas partes com valor e data de vencimento ajustados aos exatos interesses em termos de ativos, valores e prazos relacionados (FORTUNA, 2011)

3. Mercado Futuro: São contratos com promessas de compra e de venda de mercadorias para data de vencimento futura conforme cláusulas e especificações definidas pela bolsa e aprovadas pela CVM. O contrato futuro é uma versão melhorada do Mercado a Termo já que o risco é administrado de forma mais rígida por meio do dispositivo denominado “ajuste diário” (MICELI, 2017);

4. Mercado de Opções: Neste mercado, negocia-se o direito de vender ou comprar um ativo financeiro por um preço já estipulado em uma data futura definida. Aqui, o comprador paga um prêmio ou um “sinal” ao vendedor para poder exercer o seu direito sobre o bem (BUSATO *et al.* 2015);

A variedade de instrumentos derivativos a disposição do produtor de commodities coloca em dúvida a escolha do contrato para realizar uma boa operação de hedge para gerenciar o risco de preço. No entanto estudos apontam os contratos futuros e as opções sobre

futuros os mais utilizados nesta tomada de decisão segundo Mattos et al. (2008).

A diferença importante entre contratos futuros e de opções é que os negócios futuros são baseados em capital disponível e o contrato de opções baseia-se em prêmios. Este prêmio é o único elemento negociado no contrato e todos os outros termos do contrato são padronizados em ambos os derivativos.

Isso quer dizer que o comprador da opção terá o prêmio como seu custo máximo e o vendedor terá o prêmio como ganho máximo. Dando a sensação no produtor que utiliza esse mecanismo proteção, que o pagamento do prêmio remete ao seguro para ter o direito de vender seu produto por um valor inicialmente justo (ANDRADE, 2004).

Já no contrato futuro o produtor imprime desconfiança em deixar seu dinheiro reservado na margem de garantia para cobrir débitos, pois não estão habituados com débitos e créditos em sua conta corrente diariamente para cobrir eventuais pagamento de ajustes. Isso exige do contratante um fluxo de caixa extra já que sua de margem de garantia ficam reservados para cobrir risco de suas posições até o vencimento ou liquidação do contrato (BORGES, 2012).

3.3.1 Utilização do Mercado de Opções na gestão de riscos e proteção aos preços de commodities agropecuárias.

Para Toledo Filho, Cardoso e Santos (2010), o mercado de opções deu novas possibilidade aos investidores, por meio de operações estruturadas, acompanhar a globalização dos mercados, inclusive do agronegócio, servindo para proteger ativos e aos que buscam ganhos especulem em um novo mercado.

Ainda é tímida no Brasil a utilização do Mercado de Opções como ferramenta de proteção de preço, por produtores rurais. Segundo Muhlen, Cezar e Costa (2013), o uso desta forma de *hedge* concentra em médias e grandes propriedades, com grau de instrução escolar alto e mais capitalizados financeiramente. O baixo uso também se caracteriza principalmente, pela falta de conhecimento e profissionais capazes de orientar os produtores.

Por isso, hoje no Brasil, os produtores rurais buscam realizar mais operações de troca (barter) de insumos de produção. Porém estes muitas vezes não se dão contam que indiretamente realizam uma

operação de derivativo. Já que as empresas negociadoras, para ter garantia na operação, usam o contrato à termo, a fim de estabelecer ao produtor a responsabilidade jurídica de entrega da produção em prazo futuro estabelecido (CALEGARI et al. 2012).

O Essencial na gestão de risco é a diversificação o que o mercado de opções se propõe neste processo não é estabelecer o melhor preço, mas sim “travar os preços”. Cabe, aos produtores terem noção de seus custos de produção para saberem seu preço mínimo final com rentabilidade certa. Desta forma o produtor poderá operar no mercado à vista, negociar vários contratos ao longo do período safra afirma Assaf Neto (2007).

Os riscos relacionados ao mercado de opções para o titular é perder no máximo o prêmio pago para exercer a compra, para o lançador o risco será ilimitado.

Exemplificando, o produtor que compra uma opção de PUT no mercado, adquirindo um direito de vender um ativo do qual está negociando que pode ser soja, milho, boi gordo ou outras commodities. O lançador de uma opção de venda é o investidor que tem a intenção de receber prêmios, assumindo assim, a obrigação de comprar o ativo previsto no contrato após ser comunicado a opção foi exercida no mercado. O fato importante, ressaltado por Tiago Reis (2017), é que o titular se reserva o direito de não exercer a venda do ativo negociado durante o período de validade do contrato. Já o lançado é obrigado a comprar o objeto pelo preço de exercício, caso o titular prefira exercer a sua posição.

Outro risco inerente ao mercado futuro de opções é o “Risco de Base”, conceitualmente significa a diferença entre o preço de uma *commodity* cotado no mercado futuro e seu preço no mercado *spot*, que seria a entrega da mercadoria imediatamente com pagamento à vista (IPEA, 2006).

A praça de comercialização é fator importantíssimo para operar neste mercado de opções a fim de mitigar o impacto das mudanças de preço. Já que na bolsa têm uma praça de formação de preços para cada commodities. No entanto, um produtor goiano terá seu preço baseado no seu local de produção isso devido às diferenças existentes: oferta e demanda, produtos substitutos, ponto geográfico, frete, capacidade estocagem e outras. Mesmo havendo o risco de base ele é mais previsível que as flutuações de preços, que fazem os *hedgers* aceitarem se expor ao risco e reter o preço de base (MARQUES, 2008).



4



4 METODOLOGIA

Neste estudo será analisado o uso de derivativos de mercado agropecuários, com foco na comercialização dos produtos soja, milho e boi gordo, pelos produtores rurais goianos e suas estratégias de comercialização

Os procedimentos utilizados baseiam-se numa investigação quantitativa, classificada como exploratória, a partir de simulações de operações de contratos de Opções de venda – PUT, utilizando o método comparativo com dados secundários obtidos em fontes especializadas através de séries temporais no mercado futuro e no mercado físico. A fim de obter relação dos resultados das vendas financeiras e a venda física e dimensionar os custos e rentabilidade dos derivativos na gestão de riscos entre estas operações.

As praças definidas para análise das estratégias de comercialização à vista foram Rio Verde (GO) por sua representatividade agropecuária. Já as praças de Araçatuba (SP), Campinas (SP) e Paranaguá (PR) por serem referência nos preços do mercado futuros de Boi Gordo, Milho e Soja respectivamente.

Para analisar as estratégias de comercialização utilizaremos os preços cotados nas praças negociadoras e bolsa de valor brasileira – B3, no ato do travamento de preço, para apontarmos a rentabilidade na gestão da variabilidade de preços.

Os objetos desta pesquisa terão como foco os preços das *commodities* Boi Gordo, Soja e Milho, por serem as principais culturas exploradas pelos agropecuaristas goianos e negociadas em bolsa. A fonte de dados de preços e negociações para o desenvolvimento do trabalho, inicialmente, vai se ater àquelas divulgadas publicamente

pelas instituições B3, CONAB, CEPEA/Esalq/USP e Ministério da Agricultura e Pecuária. Além de bibliografias especializadas no assunto com conceitos e mecanismos operacionais que sustentam as modalidades de derivativos voltados a estratégia de gerenciamento de proteção de riscos e preços.

Os dados coletados serão analisados a partir de uma série histórica dos últimos 5 (cinco) anos safra, 2017/2018 a 2021/2022, realizando simulações, utilizando planilha eletrônica, de operações registradas na bolsa considerando a fixação de preços agrícolas: milho safrinha com aproximadamente 110 dias para colheita e soja verão com necessidade de 90 dias para maturidade, denominadas cultivares precoces.

O fechamento dos contratos dará no primeiro dia útil disponível para negociação junto a B3, após abertura do Zoneamento Agrícola de Risco Climático, permitindo o plantio das culturas no Estado de Goiás. Já a liquidação dos contratos simulados ocorrerá dentro do período de colheita respeitando o ciclo da cultura, ou seja, 110 (cento e dez) após a contratação para a cultura do milho safrinha e 90 dias para a soja verão, respeitando a compatibilidade de datas aceitáveis no contrato padronizado em bolsa, conforme descrição técnicas nos quadros 2 e 3 para negociação de opções sobre Futuro de Milho e Soja com liquidação financeira.

Quadro 2: Opções sobre Futuro de Milho com Liquidação Financeira

Objeto de negociação	Contrato Futuro de Milho com Liquidação Financeira (Milho em grão a granel, com odor e aspectos normais, duro ou semiduro e amarelo).
Código de negociação	CCM
Estilo da opção	Americano.
Tamanho do contrato	450 sacas de 60kg líquidos (equivalentes a 27 toneladas métricas).
Cotação	Prêmio da opção, expresso em reais por saca, com duas casas decimais.
Variação mínima de apregoação	R\$0,01.
Lote padrão	1 contrato.
Último dia de negociação	Dia útil anterior à data de vencimento.

Data de vencimento	Dia 15 do mês de vencimento. Se esse dia não for dia útil, a data de vencimento será o dia útil subsequente.
Meses de vencimento	Janeiro, março, maio, julho, agosto, setembro e novembro.
Liquidação no exercício	<p>Na data de vencimento, o exercício da opção é realizado automaticamente pela B3, observadas as condições a seguir:</p> <p>Opção de compra (call):</p> <p>a) Se o resultado da diferença entre o preço de liquidação do contrato-objeto e o preço de exercício, para o comitente titular, for positivo; e</p> <p>b) O comitente titular não registrar no sistema de negociação sua intenção de não exercer sua call na data de vencimento.</p> <p>Opção de venda (put):</p> <p>a) Se o resultado da diferença entre o preço de exercício e o preço de liquidação do contrato-objeto, para o comitente titular, for positivo; e</p> <p>b) O comitente titular não registrar no sistema de negociação sua intenção de não exercer sua put na data de vencimento.</p>

Fonte: B3. Elaboração própria.

A cotação das commodity soja é expresso em dólares americanos. No entanto convertemos para reais, utilizando a taxa de câmbio diária – PTAX¹, com duas casas decimais, na data das transações simuladas.

Quadro 3: Opções sobre Futuro de Soja do CME Group

Objeto de negociação	Contrato Futuro de Soja com Liquidação Financeira pelo Preço do Contrato Futuro Mini de Soja do CME Group
-----------------------------	---

¹ A conversão da moeda norte americana (US\$ - dólar) para a moeda nacional (R\$ - real) será realizado no endereço eletrônico <https://www.bcb.gov.br/conversao>. Observando as datas de travamento e liquidação dos contratos.

	(Minicontrato Futuro de Soja CME Group).
Código de negociação	SJC
Estilo da opção	Americano, isto é, poderá ser exercida pelo titular a partir da primeira sessão de negociação seguinte à data de abertura da posição, inclusive, e até a data de vencimento, inclusive.
Tamanho do contrato	Cada opção refere-se a um Minicontrato Futuro de Soja CME Group, objeto da opção.
Cotação	Prêmio da opção, expresso em dólares dos Estados Unidos da América por saca de 60 kg, com até duas casas decimais.
Variação mínima de apregoação	US\$0,01 (um centavo de dólar).
Lote padrão	1 contrato.
Último dia de negociação	Sessão de negociação anterior à data de vencimento.
Data de vencimento	Última sexta-feira que precede, por pelo menos dois dias úteis, o último dia útil do mês anterior ao mês de vencimento da opção. Se nesse dia não houver sessão de negociação na B3 e/ou no CME Group, a data de vencimento será a data da sessão de negociação imediatamente anterior.
Meses de vencimento	(a) Opções regulares: janeiro, março, maio, julho, agosto, setembro e novembro, tendo como objeto os vencimentos janeiro, março, maio, julho, agosto, setembro e novembro, respectivamente, do Minicontrato Futuro de Soja CME Group; (b) Opções seriais: • fevereiro, tendo como objeto o vencimento março do Minicontrato

	<p>Futuro de Soja CME Group;</p> <ul style="list-style-type: none"> • abril, tendo como objeto o vencimento maio do Minicontrato Futuro de Soja CME Group; • junho, tendo como objeto o vencimento julho do Minicontrato Futuro de Soja CME Group; • outubro, tendo como objeto o vencimento novembro do Minicontrato Futuro de Soja CME Group; e • dezembro, tendo como objeto o vencimento janeiro do Minicontrato Futuro de Soja CME Group.
Objeto de negociação	<p>Contrato Futuro de Soja com Liquidação Financeira pelo Preço do Contrato Futuro Mini de Soja do CME Group (Minicontrato Futuro de Soja CME Group).</p>

Fonte: B3. Elaboração própria.

Acerca da simulação da atividade pecuária boi gordo, será utilizada a série histórica dos últimos cinco anos (2018 a 2022) com período de contratação das Opções no período de entressafra das culturas Milho Safrinha e Soja Verão, meses de julho a outubro de cada ano safra analisado. E consideraremos para a produção do Boi Gordo o sistema de confinamento, com travamento no primeiro dia útil de negociação junto a Bolsa brasileira do mês julho e liquidação após 99 dias. A escolha de 99 dias foi definida considerando os estudos e boletins desenvolvidos pelo Laboratório de Análises Socioeconômicas e Ciência Animal (LAE – ICBC), departamento de pesquisadores veterinária da USP, que avaliam esta quantidade de dias para confinadores goianos realizar a engorda (LAE, 2023). A fonte de simulação de contratos para negociar Boi Gordo na B3 obedecerá aos dados técnicos específicos conforme descrito no Quadro 4.

Quadro 4: Opções sobre Futuro de Boi Gordo com Liquidação Financeira

Objeto de negociação	O Contrato Futuro de Boi Gordo (Bovinos machos, com 16 arrobas líquidas ou mais de carcaça e idade máxima de 42 meses).
Código de negociação	BGI

Estilo da opção	Americano.
Tamanho do contrato	330 arrobas líquidas.
Cotação	Prêmio da opção, expresso em reais por arroba líquida, com duas casas decimais.
Varição mínima de apregoação	R\$0,01.
Lote padrão	1 contrato.
Último dia de negociação	Dia útil anterior à data de vencimento.
Data de vencimento	Último dia útil do mês de vencimento.
Meses de vencimento	Todos os meses.
Liquidação no exercício	<p>Na data de vencimento, o exercício da opção é realizado automaticamente pela BM&FBOVESPA, observadas as condições a seguir:</p> <p>Opção de compra (call):</p> <p>a) Se o resultado da diferença entre o preço de liquidação do contrato-objeto e o preço de exercício, para o comitente titular, for positivo; e</p> <p>b) O comitente titular não registrar no sistema de negociação sua intenção de não exercer sua call na data de vencimento.</p> <p>Opção de venda (put):</p> <p>a) Se o resultado da diferença entre o preço de exercício e o preço de liquidação do contrato-objeto, para o comitente titular, for positivo; e</p> <p>b) O comitente titular não registrar no sistema de negociação sua intenção de não exercer sua put na data de vencimento.</p>

Fonte: B3. Elaboração própria.

Para efeito de simulação utilizaremos a situação hipotética de um produtor que cultiva milho, soja e realiza engorda de boi. Para se proteger dos riscos da queda de preço contrata no mercado futuro de Opções apenas 100 (cem) contratos, assim que são abertos a janela de

plântio das cultivares agrícolas sucessórias de soja verão e milho safrinha e realiza o confinamento de boi na entressafra.

Para fins de cálculo de rentabilidade obtida na operação consideramos o preço base de cálculo cotados no dia do travamento dos contratos. O custo do prêmio será estabelecido pela fórmula Black-Scholes, criada pelos matemáticos Fischer Black, Myron Scholes e Robert Merton. No entanto, ele é um modelo teórico, já que existem fatores extramercado, os quais não podem ser mensurados na fórmula:

Figura 1: Fórmula Black-Scholes

$C = S.N(d1) - X.e^{(-r.t)} . N(d2)$
$P = X.e^{(-r.t)} . N(-d2) - S.N(-d1)$
$d1 = \frac{\log(S/X) + (r + v^2 / 2) . T}{v . \sqrt{t}}$
$d2 = d1 - v . \sqrt{t}$

Fonte: Elaborada pelo autor

C = Opção Call

P = Opção Put

S = Preço do ativo

K = preço de exercício

T = Tempo (dias/365)

r = taxa de juros livre de risco (taxa Selic a.a)²

v = volatilidade³

No cálculo da volatilidade foi utilizado o desvio padrão dos retornos diários das cotações do contrato futuro na fórmula de Black:

²Taxa Selic consultada no site:

<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>, aplicada na data de travamento da Opção.

³ Os dados para o cálculo da volatilidade foram calibrados na série histórica das últimas 63 (sessenta e três) cotações do ativo negociadas em dias úteis - Cepea/Esalq/B3, equivalente ao último trimestre de negociação. O mercado convencionou o cálculo da volatilidade em cima dos dias úteis: 21(mensal); 63(trimestral); 126(semestral) e 252(anual).

Retorno diário:

$$U_1 = \ln (F_i / F_{i-1}) \tag{1}$$

Figura 2: Fórmula do Desvio-Padrão

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2}$$

Fonte: Hull, 1998.

Em que:

- U₁ = retorno diário
- ln = logaritmo
- F = contrato futuro
- n + 1 = número de observações
- S = desvio-padrão
- ū = média dos retornos

Os cálculos que definem o valor do prêmio de cada Opção – PUT está disponível nos Apêndices: A (soja), B (Milho) e C (Boi gordo), desenvolvida com o auxílio do Microsoft Excel, estruturada e alimentada por dados das últimas 63 cotações Cepea/Esalq das commodities analisadas.

Já o método aplicado para analisar a eficácia do instrumento financeiro: Opções Futuras, modalidade PUT, a fim de mitigar e proteger o bem de possíveis quedas elevadas de preço. Baseia-se na comparação do preço de travamento em relação percentual ao preço base na localidade formador (Paranaguá-PR, Campinas-SP e Araçatuba-SP) dos ativos Soja, Milho e Boi gordo. Esse diferencial percentual de base (positivo ou negativo) será aplicado ao preço do mercado local Rio Verde-GO à todas *commodities* analisadas. A intenção é definir um preço base futuro que represente financeiramente margens satisfatória de rentabilidade ao produtor goiano.



5

5

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste tópico coletamos e preparamos os dados das commodities nas respectivas safras e ciclos de produção comparando os mercados na sua comercialização com o uso do derivativo de Opção como operação apenas de *hedging*, apresentando ao final os resultados e comentários.

5.1 Rentabilidade na proteção de preço estratégia de comercialização das commodities: Soja, Milho e Boi Gordo no mercado à vista goiano realizando hedge dos ativos no mercado futuro de Opção de Venda (PUT)

A comercialização dos produtos agrícolas no mercado à vista é uma prática usual pelos produtores goianos e brasileiros. Este tipo negociação consiste em vender o produto colhido imediatamente, obtendo o preço de mercado pago no dia.

Para apresentarmos os resultados de rentabilidade analisamos as séries correspondente aos últimos cinco anos safras 2017/2018 a 2021/2022 comercializadas na praça de Rio Verde (GO) para *commodities* soja e milho, município que lidera a produção no estado de Goiás (FAVERIN, 2022) e também será o município de análise para comercialização do boi gordo.

5.2 Soja Verão

Para determinarmos o momento de travamento de preços no mercado de derivativos Opção de Venda (PUT) consideramos o primeiro dia útil de abertura da janela agrícola, conforme portaria do ZARC (Anexo 1). Já a data de saída seguirá o prazo de vencimento determinado no portfólio descrito no Quadro 3 – Opções sobre Futuro de Soja do CME Group. Portanto a última sexta-feira que precede, por pelo menos dois dias úteis, o último dia útil do mês anterior ao mês de vencimento da opção. Se nesse dia não houver sessão de negociação na B3 e/ou no CME Group, a data de vencimento será a data da sessão de negociação imediatamente anterior. A escolha do contrato será o primeiro disponível com data de saída posterior ao prazo mínimo de

maturação da cultivar soja precoce, ou seja, vencimento dos contratos superior a 90 dias do travamento dos preços.

Diante das informações a realização do hedge contrato de opções utilizará o primeiro dia útil do mês de outubro culminando com abertura Zoneamento Agrícola de Risco Climático – ZARC para a cultura da soja no estado de Goiás.

Figura 3: Contratos disponíveis na Bolsa de Valores (B3) - Soja

SJC - Soja Financeira Cross Listing	Data Travamento	Vencimento	Preço Ajuste U\$	PTAX U\$/R\$	Preço Ajuste R\$	Data Liquidação	Vencimento	Preço Ajuste U\$	PTAX U\$/R\$	Preço Ajuste R\$
Safra 2017/2018	02/10/2017	H18	21,5388	3,1642	68,15	23/02/2018	H18	22,8450	3,2417	74,06
Safra 2018/2019	01/10/2018	H19	19,4940	4,0267	78,50	22/02/2019	H19	20,0672	3,7429	75,11
Safra 2019/2020	01/10/2019	H20	20,7562	4,1734	86,62	21/02/2020	H20	19,6318	4,3924	86,23
Safra 2020/2021	01/10/2020	H21	22,5088	5,6435	127,03	19/02/2021	H21	30,3627	5,3924	163,73
Safra 2021/2022	01/10/2021	H22	27,8770	5,3905	150,27	18/02/2022	H22	35,3064	5,1333	181,24

Fonte: Ajuste do Pregão | B3

Legenda: meses vencimento contratos

F = Janeiro G = Fevereiro H = Março J = Abril K = Maio M = Junho
 N = Julho Q = Agosto U = Setembro V = Outubro X = Novembro Z = dezembro

O produtor neste momento utiliza-se do contrato disponível que mais se aproxima do prazo estimado da colheita da safra correspondente com data de liquidação definida ao ciclo da cultura da soja verão.

Analisando os preços este mesmo produtor verifica se a tendência de contratos disponível aponta queda ou alta de preço de sua mercadoria e lança expectativa ao travar contratos com direito de venda futura.

Quadro 5: Expectativa de mitigação do preço da saca de soja no momento da colheita

Ano Safra	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022
Cepea Paranaguá-PR	R\$ 70,58	R\$ 96,39	R\$ 88,35	R\$ 152,24	R\$ 170,95
Travamento B3	R\$ 68,15	R\$ 78,50	R\$ 86,62	R\$ 127,03	R\$ 150,27
Rio Verde(GO) Base	R\$ 54,33	R\$ 75,02	R\$ 69,84	R\$ 136,06	R\$ 155,08
Diferencial Base Paranaguá/Rio Verde	-3,4429%	-18,5600%	-1,9581%	-16,5594%	-12,0971%
Preço Hedge (expectativa)	R\$ 52,46	R\$ 61,10	R\$ 68,47	R\$ 113,53	R\$ 136,32

Fonte: Elaborado pelo autor.

As análises abaixo refletem a simulação da negociação do produtor goiano rio-verdense durante cinco safras 2017/2022, que procurando mitigar seu risco de possíveis queda preço do ativo soja verão contratou o derivativo de Opção-PUT com finalidade de liquidação financeira realizar aporte as suas vendas físicas no mercado local de Rio Verde.

Tabela 1: Dados negociação soja verão na Bolsa de Valores (B3) mitigado com negociação no mercado à vista em Rio Verde (GO)

1. Dados do Contrato de Opção-PUT	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022
a. Commodity:	Soja				
b. Moeda:	R\$				
c. Tamanho:	450 sacas de 60kg líquidos (equivalentes a 27 toneladas métricas)				
d. Quantidade	100				
e. Ativo:	SJCH18	SJCH19	SJCH20	SJCH21	SJCH22
f. Strike:	68,15	78,50	86,62	127,03	150,27
g. Prêmio Total = (Cálculo Prêmio Opção PUT "Anexo 1" x c x d):	29.250,00	450,00	59.400,00	9.900,00	5.400,00
h. Ajuste na Liquidação:	74,06	75,11	86,23	163,73	181,24
i. Exerce o Direito (Sim/Não):	Não	Sim	Sim	Não	Não
j. Operação B3:					

Sim Exerce = (f - h) x (c x d) - g:		152.100,00	-41.850,00		
Não Exerce = (-) g:	-29.250,00			-9.900,00	-5.400,00
2. Dados do mercado à vista Rio Verde (GO)	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022
l. Preço Negociado saca/60kg	61,20	66,46	73,64	150,57	177,50
m. Valor Total = (l x c x d):	2.754.000,00	2.990.700,00	3.313.800,00	6.775.650,00	7.987.500,00
n. Resultado Líquido = (m) + (j)	2.724.750,00	3.142.800,00	3.271.950,00	6.765.750,00	7.982.100,00
o. Preço Líquido saca/60kg = (m / (c x d)):	60,55	69,84	72,71	150,35	177,38

Fonte: Elaborada pelo autor

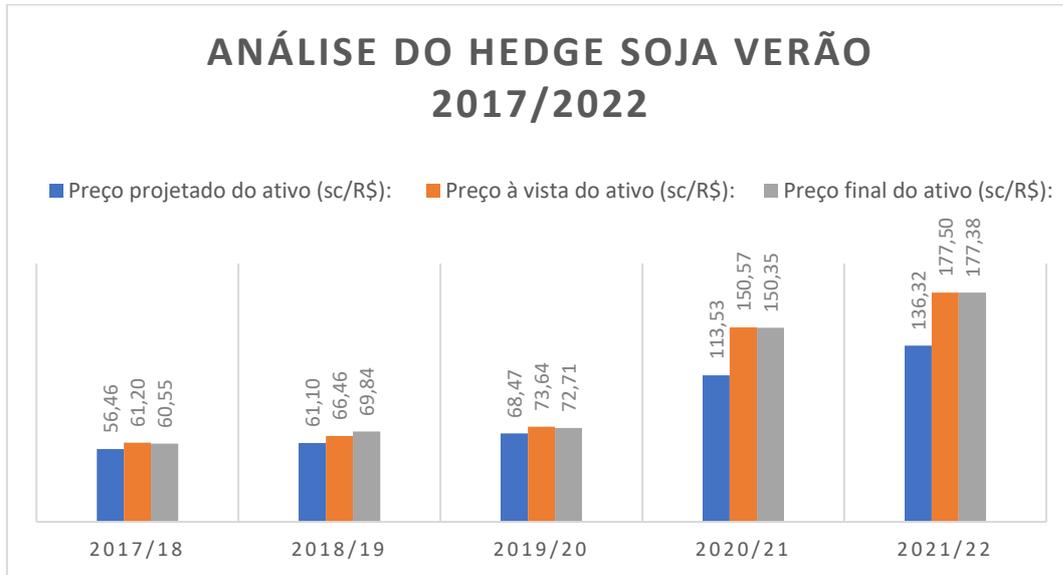
Após fechamento das negociações: financeiras e físicas o produtor deverá analisar os números de forma inicial, ao decidir proteger seu ativo, considerando sua expectativa futura de preço. Aqui não consideramos a margem de lucro desejada já que o estudo demandaria outros dados não disponibilizados.

Quadro 6: Análise do Hedge Soja Verão Bolsa de Valores(B3) / Rio Verde (GO)

Ano Safra	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022
Preço projetado do ativo (sc/R\$):	56,46	61,1	68,47	113,53	136,32
Preço à vista do ativo (sc/R\$):	61,20	66,46	73,64	150,57	177,50
Preço final do ativo (sc/R\$):	60,55	69,84	72,71	150,35	177,38
Atendeu projeção Hedge?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 4: Gráfico da Análise do Hedge Soja Verão 2017/2022



Fonte: Elaborada pelo autor

Ao considerarmos o preço projetado do ativo como ponto base do Hedge do produtor de soja verão de Rio Verde (GO). A tomada de decisão de mitigar o risco, por meio da contratação do derivativo de Opção, com direito de venda em todas as safras apontaram ser satisfatório.

Tabela 2: Resultados: custo/rentabilidade na comercialização de soja – Rio Verde/GO

Soja	Safra 2017/18	Safra 2018/19	Safra 2019/20	Safra 2020/21	Safra 2021/22	Média	
Hedge	68,15	78,50	86,62	127,03	150,27		
~	~	~	~	~	~		
Prêmio (R\$)	0,65	0,01	1,32	0,22	0,12		
=	=	=	=	=	=		
% Custo	0,9538	0,0127	1,5239	0,1732	0,0799	0,5487	
Exerce a PUT:							
Sim/Não							
~	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não
%	~	~	~	~	~	~	~
rentabilidade	-1,0621	+5,0858	-1,2629	-0,1461	-0,0676	+1,9115	-0,4253

Fonte: Elaborada pelo autor

A análise de rentabilidade apontou um custo médio com a operação, menos de meio ponto percentual (0,5847%), no pagamento

do prêmio para possibilitar o produtor o direito de vender ou não seu produto financeiramente.

Já a rentabilidade financeira final aponta que ao exercer o direito de venda do produto na bolsa elevou seu ganho a 1,9115% em relação aos demais produtores da mesma praça, que optaram em não realizar a proteção financeira devido queda do preço no mercado financeiro. No entanto ao não exercer o direito de venda no mercado financeiro, devido o preço de ajuste de liquidação superar o valor de strike, seu lucro médio foi reduzido em -0,4253 (inferior ao custo médio).

A próxima commodity a ser estudada é o milho safrinha, cultura que vem ganhando protagonismo devido seu crescente nível de produção. Antes o plantio que era considerado marginal com objetivo de satisfazer a necessidade das propriedades e de alto risco ganhou o status de Segunda safra e grande valor comercial.

5.3 Milho Safrinha

Para determinarmos o momento de travamento de preços foi considerado o primeiro dia útil de abertura da janela agrícola, conforme portaria do ZARC e data de entrada no mercado de derivativo Opção de Venda (PUT). Já a data de saída seguirá o prazo de vencimento determinado no portfólio descrito no Quadro 2 – Opções sobre Futuro de Milho com Liquidação Financeira, “Dia 15 do mês de vencimento. Se esse dia não for dia útil, a data de vencimento será o dia útil subsequente.”. A escolha do contrato será o primeiro disponível com data de saída posterior ao prazo mínimo de maturação da cultivar soja precoce, ou seja, vencimento dos contratos superior a 110 dias do travamento dos preços. Dará se prioridade para os contratos com vencimento entre os meses de maio a julho (preferência para o travamento de contratos com vencimento maior, nesta ordem: julho, junho, maio), época de colheita do milho safrinha no Estado de Goiás. Neste período, a umidade do milho colhido estará dentro do padrão exigido 14 a 20%, já que a umidade relativa do ar estará baixa, evitando problemas de grãos ardidos (SILVA & FRANCISCHINI, 2013).

Diante das informações a realização do hedge contrato de opções utilizará o primeiro dia útil do mês de janeiro de cada ano safra, culminando com abertura Zoneamento Agrícola de Risco Climático – ZARC, para a cultura do milho 2ª safra (safrinha) no estado de Goiás.

Figura 5: Contratos disponíveis na Bolsa de Valores (B3) - Milho

CCM – Milho	Data Travamento	Vencimento	Preço Ajuste R\$	Data Liquidação	Vencimento	Preço Ajuste R\$
Safra 2018	02/01/2018	K18	33,85	15/05/2018	K18	42,27
Safra 2019	02/01/2019	N19	34,65	15/07/2019	N19	37,12
Safra 2020	02/01/2020	N20	44,20	15/07/2020	N20	49,67
Safra 2021	04/01/2021	N21	72,70	15/07/2021	N21	97,21
Safra 2022	03/01/2022	N22	87,68	15/07/2022	N22	82,59

Fonte: Ajuste do Pregão | B3

Legenda: meses vencimento contratos

F = Janeiro G = Fevereiro H = Março J = Abril K = Maio M = Junho

N = Julho Q = Agosto U = Setembro V = Outubro X = Novembro

Z = dezembro

Na primeira safra do milho safrinha da série histórica 2018-2022, utilizamos o contrato base com vencimento em maio (última opção) devido a indisponibilidade de contratos com vencimento em julho e junho respectivamente. Já nas demais safras o contrato base para liquidação corresponde a primeira opção, mês de julho para liquidação.

Quadro 7: Expectativa de mitigação do preço da saca de milho no momento da colheita

Ano Safra	2018	2019	2020	2021	2022
Cepea/Campinas-SP	R\$ 33,77	R\$ 39,26	R\$ 48,43	R\$ 81,79	R\$ 92,01
Travamento B3	R\$ 33,85	R\$ 34,65	R\$ 44,20	R\$ 72,70	R\$ 87,68
Rio Verde (GO) – Base	R\$ 24,58	R\$ 27,43	R\$ 38,77	R\$ 64,74	R\$ 85,51
Diferencial Base Campinas/Rio Verde	0,2369%	-11,7422%	-8,7343%	-11,1138%	-7,0644%
Preço Hedge (expectativa)	R\$ 24,64	R\$ 24,21	R\$ 35,38	R\$ 57,54	R\$ 69,74

Fonte: Elaborado pelo autor

A precificação do preço projetado pelo produtor de milho safrinha no município de Rio Verde, região maior produtora do grão no estado de Goiás, baseou-se no diferencial entre preço atual negociado no mercado de origem formador do preço financeiro da *commodity* que é o município de Campinas-SP(ESALQ) e o preço de travamento do contrato em Bolsa.

Tabela 3: Dados negociação milho safrinha na Bolsa de Valores (B3) mitigado com negociação no mercado à vista em Rio Verde (GO)

1. Dados do Contrato de Opção-PUT	2018	2019	2020	2021	2022
a. Commodity:	Milho				
b. Moeda:	R\$				
c. Tamanho:	450 sacas de 60kg líquidos (equivalentes a 27 toneladas métricas)				
d. Quantidade	100				
e. Ativo:	CCMK18	CCMN19	CCMN20	CCMN21	CCMN22
f. Strike:	33,85	34,65	44,20	72,70	87,68
g. Prêmio Total = (Cálculo Prêmio Opção PUT "Anexo 1" x c x d):	40.950,00	10.800,00	15.750,00	32.400,00	11.250,00
h. Ajuste na Liquidação:	42,27	37,12	49,67	97,21	82,59
i. Exerce o Direito (Sim/Não):	Não	Não	Não	Não	Sim
j. Operação B3:					
Sim Exerce = (f - h) x (c x d) - g:					217.800,00
Não Exerce = (-) g:	-40.950,00	-10.800,00	-15.750,00	-32.400,00	
2. Dados do mercado à vista Rio Verde (GO)	2018	2019	2020	2021	2022
l. Preço Negociado saca/60kg	24,81	27,10	38,51	79,58	69,13
m. Valor Total = (l x c x d):	1.116.450,00	1.219.500,00	1.732.950,00	3.581.100,00	3.110.850,00
n. Resultado Líquido = (m) + (j)	1.075.500,00	1.208.700,00	1.717.200,00	3.548.700,00	3.328.650,00
o. Preço Líquido saca/60kg = (m / (c x d)):	23,90	26,86	38,16	78,86	73,97

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os números apontados acima serviram de análise ao produtor goiano que decidiu se proteger das possíveis quedas de preço nas safras do milho segunda safra seguindo a simulação proposta de fechamento de 100 contratos de Opção com direito “congelado de preço” para venda.

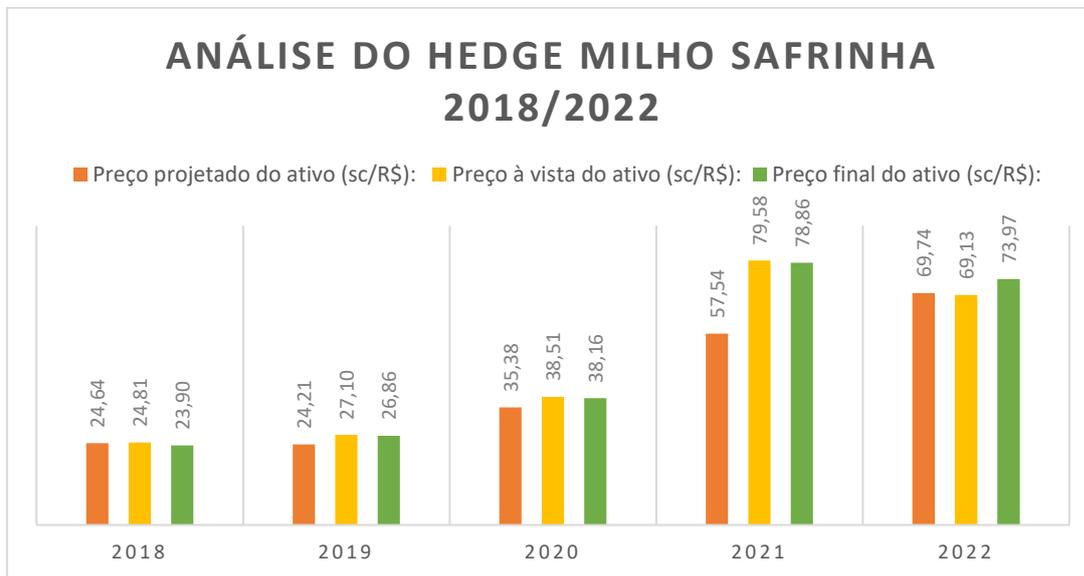
Quadro 8: Análise do Hedge Milho Safrinha Bolsa de Valores(B3) / Rio Verde (GO)

Ano Safra	2018	2019	2020	2021	2022
Preço projetado do ativo (sc/R\$):	24,64	24,21	35,38	57,54	69,74
Preço à vista do ativo (sc/R\$):	24,81	27,10	38,51	79,58	69,13
Preço final do ativo (sc/R\$):	23,90	26,86	38,16	78,86	73,97
Atendeu projeção Hedge?	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM

Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre as cinco utilização do instrumento de derivativo da Opção – PUT, apenas a safra de 2018 não atendeu a projeção hedge esperada no início do plantio conforme expectativa lançada no mercado financeiro.

Figura 6: Gráfico da Análise do Hedge Milho Safrinha 2018/2022



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4: Resultados: custo/rentabilidade na comercialização de milho – Rio Verde/GO

Milho	Safra 2018	Safra 2019	Safra 2020	Safra 2021	Safra 2022	Média	
Hedge	33,85	34,65	44,20	72,70	87,68		
~	~	~	~	~	~		
Prêmio (R\$)	0,91	0,24	0,35	0,72	0,25		
=	=	=	=	=	=		
% Custo	2,6883	0,6926	0,7919	0,9904	0,2851	1,0897	
Exerce a PUT:							
Sim/Não							
~	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não
%	~	~	~	~	~	~	~
rentabilidade	-3,6679	-0,8856	-0,9089	-0,9047	+7,0013	+7,0013	-1,5918

Fonte: Elaborada pelo autor

O custo médio da aquisição do contrato na série histórica 2018 a 2022 do milho safrinha ficou no patamar de 1,0897% do preço de travamento do ativo. Porém estes custos chegaram ao seu valor máximo de 2,6883% (safra 2018) e ao valor mínimo 0,2851% (safra 2022).

A rentabilidade apontou um ganho satisfatório ao realizar a proteção do preço na possível queda de preço, quando confirmado a queda no mercado financeiro o ganho foi superior a 7% em relação aos produtores locais que deixaram de proteger no mercado de derivativos. Já a rentabilidade negativa dos produtores que não exerceu seu direito de venda no mercado financeiro, elevou o seu custo que era de 1,089% com aquisição do prêmio para 1,5918% com a operação.

Todo investimento tem a premissa da diversificação e o produtor agrícola vem percebendo o nicho pecuário da criação do Boi Gordo uma opção de entressafra. Já que a sobra das palhadas e sistema de confinamento aliados as matérias primas necessárias para alimentação dos animais milho e soja disponíveis em abundância na região. O motivou o estudo do próximo tópico, além de ser uma atividade pioneira no Estado de Goiás e fonte econômica para muitos municípios.

5.4 Boi Gordo

A negociação da commodity Boi Gordo na Bolsa de Valores apresenta maiores opções de contratos que as demais commodities objeto deste estudo. O produtor pode negociar o ativo-objeto durante todos os meses do ano.

No entanto determinamos, hipoteticamente, o período de entressafra. Quando o produtor agrícola deixa de produzir, na região de Rio Verde (GO) isso acontece entre os meses de junho a outubro, momento ideal para produção e comercialização do boi gordo. de três períodos de negociação.

O estudo procurou simular o negócio do agropecuarista rio-verdense, que além de produzir soja e milho. Aposta na produção de boi no sistema de confinamento, entre uma safra e outra, cuja produção é encaminhada para terminação em confinamento por um período máximo de 99 dias.

Para determinarmos o momento de travamento de cada lote de confinamento estipulamos o primeiro dia útil do mês de julho, que contemple a disponibilidade de contrato do derivativo de Opção modalidade PUT disponível na Bolsa de Valores/B3 para liquidação no 100º (centésimo) dia, ou dia posterior em caso de o período ser dia útil dia não útil para execução da ordem.

O período analisado contemplou a série histórica 2018 a 2022 (5 anos safras), sendo observado os resultados dentro de cada ano das negociações simuladas com venda à vista no mercado local agregado a negociação dos contratos de proteção de preços Opção fechados na B3 pelo produtor.

Figura 7: Contratos disponíveis na Bolsa de Valores (B3) – Boi Gordo

BGI - Boi gordo	Data Travamento	Vencimento	Preço Ajuste R\$	Data Liquidação	Vencimento	Preço Ajuste R\$
Safra 2018	02/07/2018	V18	150,60	10/10/2018	V18	147,70
Safra 2019	01/07/2019	V19	163,90	09/10/2019	V19	162,10
Safra 2020	01/07/2020	V20	207,78	09/10/2020	V20	258,90
Safra 2021	01/07/2021	V21	319,85	11/10/2021	V21	277,90
Safra 2022	01/07/2022	V22	335,00	10/10/2022	V22	294,05

Fonte: Ajuste do Pregão | B3

Legenda: meses vencimento contratos

F = Janeiro G = Fevereiro H = Março J = Abril K = Maio M = Junho N = Julho
Q = Agosto U = Setembro V = Outubro X = Novembro Z = dezembro

Atendendo a demanda de boi gordo no período de entressafra agrícola a engorda a curto prazo por meio de confinamento do rebanho se torna atrativo ao agropecuarista uma terceira safra. Para isso a mitigação do risco financeiro é de suma importância para assegurar o preço no momento do abate no período pouco maior que 99 dias. Para isso o mês de confinamento escolhido foi julho de cada ano safra determinado na série e concomitantemente o mês de vencimento/liquidação do contratado de Opção, outubro do mesmo ano.

Quadro 9: Expectativa de mitigação do preço da arroba Boi gordo no momento do abate

Ano Safra	2018	2019	2020	2021	2022
Cepea/Araçatuba-SP	R\$ 139,60	R\$ 154,15	R\$ 219,90	R\$ 316,20	R\$ 314,75
Travamento B3	R\$ 150,60	R\$ 163,90	R\$ 213,80	R\$ 319,85	R\$ 335,00
Rio Verde(GO) Base	R\$ 120,73	R\$ 133,47	R\$ 193,43	R\$ 291,42	R\$ 283,27
Diferencial Base Paranaguá/Rio Verde	7,8797%	6,3250%	-2,7740%	-1,1543%	6,4337%
Preço Hedge (expectativa)	R\$ 130,24	R\$ 141,91	R\$ 188,06	R\$ 288,06	R\$ 301,49

Fonte: Elaborado pelo autor

Seguindo a mesma diretriz de estudo das *commodities* anteriores, determinamos que preço de proteção projetado e esperado pelo produtor ao final do período de engorda seria determinado pelo diferencial de base do preço de travamento e o preço do ativo objeto

no local formador de seu preço financeiro, no caso do Boi gordo a praça de Araçatuba-SP.

Tabela 5: Dados negociação boi gordo na Bolsa de Valores (B3) mitigado com negociação no mercado à vista em Rio Verde (GO)

1. Dados do Contrato de Opção-PUT	2018	2019	2020	2021	2022
a. <i>Commodity:</i>	Boi gordo				
b. Moeda:	R\$				
c. Tamanho:	330 arrobas líquidas				
d. Quantidade	100				
e. Ativo:	BGIV18	BGIV19	BGIV20	BGIV21	BGIV22
f. Strike:	150,60	163,90	213,80	319,85	335,00
g. Prêmio Total = (Cálculo Prêmio Opção PUT "Anexo 1" x c x d):	321.750,00	345.180,00	218.460,00	321.420,00	948.420,00
h. Ajuste na Liquidação:	147,70	162,10	258,90	277,90	295,85
i. Exerce o Direito (Sim/Não):	Sim	Não	Não	Sim	Sim
j. Operação B3:					
Sim Exerce = (f - h) x (c x d) - g:	-226.050,00			1.062.930,00	343.530,00
Não Exerce = (-) g:		-345.180,00	-218.460,00		
2. Dados do mercado à vista Rio Verde (GO)	2018	2019	2020	2021	2022
l. Preço Negociado arroba/15kg	133,23	138,11	235,48	242,31	246,07
m. Valor Total = (l x c x d):	4.396.590,00	4.557.630,00	7.770.840,00	7.996.230,00	8.120.310,00
n. Resultado Líquido = (m) + (j)	4.170.540,00	4.212.450,00	7.552.380,00	9.059.160,00	8.463.840,00

o. Preço Líquido arroba/15kg = (m / (c x d)):	126,38	127,65	228,86	274,52	256,48
--	--------	--------	--------	--------	--------

Fonte: Elaborada pelo autor

Na análise da negociação financeira e mercado à vista de Rio Verde (GO) podemos observar uma maior volatilidade e incertezas que esta commodity apresenta, sendo talvez a mais imprecisa das dos três ativos apresentados neste estudo.

Quadro 10: Análise do Hedge Boi Gordo Entressafra Bolsa de Valores(B3) / Rio Verde (GO)

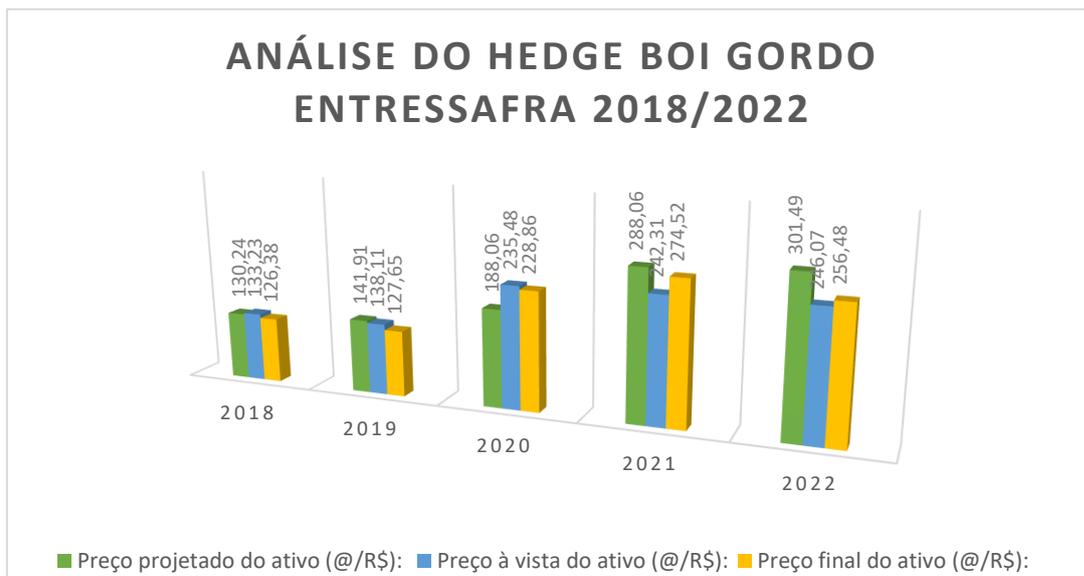
Ano Safra	2018	2019	2020	2021	2022
Preço projetado do ativo (@/R\$):	130,24	141,91	188,06	288,06	301,49
Preço à vista do ativo (@/R\$):	133,23	138,11	235,48	242,31	246,07
Preço final do ativo (@/R\$):	126,38	127,65	228,86	274,52	256,48
Atendeu projeção Hedge?	NÃO	NÃO	SIM	NÃO/SIM	NÃO/SIM

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados apresentados no quadro acima poderiam nos levar a supor que a proteção de preço por meio do derivativo de Opção futura, modalidade PUT, seria ineficaz quando considerado somente o preço projetado do ativo. Já que quatro das cinco safras o preço final do ativo ficou abaixo do desejado no início do confinamento dos bovinos.

Porém, quando exercido o direito de venda do ativo financeiro o preço final do ativo ficou acima do preço à vista do ativo negociado na praça do produtor rio-verdense, em duas das cinco safras (2021 e 2022), graças ao recebimento do prêmio de ajuste de preço.

Figura 8: Gráfico da Análise do Hedge Boi Gordo Verão 2018/2022



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6: Resultados: custo/rentabilidade na comercialização Boi gordo – Rio Verde/GO

Boi gordo	Safra 2018	Safra 2019	Safra 2020	Safra 2021	Safra 2022	Média	
Hedge	150,60	163,90	213,80	319,85	335,00		
~	~	~	~	~	~		
Prêmio (R\$)	9,75	10,46	6,62	9,74	28,74		
=	=	=	=	=	=		
% Custo	6,4741	6,3819	3,0964	3,0452	8,5791	5,5153	
Exerce a PUT:							
Sim/Não							
~	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
%	~	~	~	~	~	~	~
rentabilidade	-5,1415	-7,5737	-2,8113	+13,2929	+4,2305	+4,1273	-5,1925

Fonte: Elaborada pelo autor.

O estudo mostra que ação de travamento de preço do ativo Boi gordo é o mais oneroso das dentre as *commodities*: Soja, Milho e Boi Gordo, nos períodos determinados pela série histórica. Custo que variou de 3,0452% a 8,5791% fechando na média aproximada de 5,5% do valor de cada contrato.

A rentabilidade apresentou-se positiva no exercício do direito de venda financeira em duas das três ocasiões. No entanto ao final das médias da rentabilidade o produtor que teve que exercer seu direito obteve rentabilidade positiva. E aquele produtor que não exerceu sua PUT reduziu seu custo que era de 5,5153% para 5,1925%.



6

6 CONCLUSÃO

Este trabalho estudou o uso do instrumento de derivativos futuro Contrato de Opções (PUT), a fim de mitigar a queda nos preços das commodities agropecuárias soja e milho e boi gordo negociadas na bolsa de valores B3. Buscando o resultado da rentabilidade e demais dados que leve o produtor analisar o uso desta proteção financeira, associada a negociação à vista do ativo no mercado local de Rio Verde (GO). Na realização do estudo utilizamos a série histórica dos últimos 5 (cinco) anos safras 2017-2022, correspondentes aos produtos verão (soja), safrinha (milho) e entressafra (boi gordo em confinamento). Realizando travamento dos preços no início do período autorizado para plantio e liquidação dos contratos próximo final do ciclo (colheita) do ativo. O custo do prêmio pago pela Opção que dá direito ao produtor goiano o direito de venda seguiu a fórmula desenvolvida pelo modelo Black-Scholes (HULL, 2016).

O Agronegócio brasileiro vem se profissionalizando na busca de instrumentos mitigadores, pois é uma atividade suscetíveis a riscos de mercado, climático, creditício, financeiro, dentre outros. O uso de derivativo de proteção de preço pelos produtores rurais avança lentamente, provavelmente devido ao receio e falta de informação como operar estes instrumentos. Por isso optamos em analisar o derivativo de Opções, cuja finalidade seja o *hedge*, devido sua simplicidade de entendimento ao assemelhar-se com o seguro de veículo.

O objetivo deste estudo não é definir o Contrato de Opção como melhor derivativo de proteção para possíveis quedas nos preços das commodities agropecuárias, mas sim, apresentar custos e rentabilidades obtidas nas simulações realizadas nas hipotéticas negociações à vista protegidas pelo derivativo estabelecendo o preço mínimo de retorno. Seguindo a premissa de Jonh Hull que derivativos são importantes instrumento usados para gerenciar riscos de preços indicados para vendedor de commodities que estabelecem seu valor mínimo retorno ao final da safra.

Verificou-se, com o estudo de casos, que a proteção de preços não pode ser colocada pelo produtor rural como um investimento. Na

verdade, o derivativo deve ser utilizado como custo de oportunidade na garantia de preço. Já que na maioria das simulações dos ativos, exercido o direito da venda financeira, na ocasião da queda do preço final na Bolsa de Valores (B3) a rentabilidade final após a negociação no mercado à vista elevou-se em relação ao produtor rio-verdense que deixou de utilizar o instrumento de proteção.

Cabe ressaltar ao produtor rural que deseja fazer uso do instrumento que primeiramente deve colocar na posição de *hedge*, procurando proteger seu preço e não vislumbrar lucro fortuito, a quem cabe aos especuladores que fazem a outra “ponta” do negócio.

Vale relembrar afirmação de Assaf Neto (2007), que o essencial na proteção de preço é a diversificação e levarem em consideração seus custos rentabilidade mínima e certa. A análise final deve levar em consideração todas as fases do processo, pois depois de conhecidos os preços a estratégia podem nos levar a impressão de óbvia e desnecessária.

Afinal, ao realizar a proteção de preço o produtor sumariamente internaliza o custo operacional. Sendo assim, ao analisarmos os resultados dos ativos em estudo podemos concluir que o derivativo futuro do mercado de Opções na modalidade PUT atingiu seu objetivo, pois ele não elevou o custo inicial ao dispensar o direito de venda (opção virou pó). No entanto ao exercer o direito de venda, devido à queda de preço, o resultado foi positivo e superior aos ganhos em relação aos demais produtores que não efetuaram a proteção de preço.

O estudo é inesgotável e muito instigante e nosso propósito como profissional da Economia é tornar fácil a transferência de conhecimento a todos os produtores, seja ele pequeno, médio ou mega produtor das commodities analisadas, contribuindo para as futuras tomadas de decisões dos agropecuaristas. E como sugestão de continuidade dos estudos nesta linha, a possibilidade da aplicação do método Backtest na comparação das rentabilidades e custos com outros derivativos de proteção de preço.



REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. A. P. de. **Mercados futuros: custos de transação associados à tributação, margem, ajustes e estrutura financeira**. 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.

APROSOJA BRASIL, **Produção de soja brasileira**. Disponível em: <https://mais-soja.com.br/producao-de-soja-brasileira-aumentou-mais-de-500-em-30-anos/>. Acesso em 28/08/2022.

ASSAF NETO, A. **Mercado Financeiro**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

BACHA, Carlos C. **Economia e política agrícola no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004.

BB seguros. Soluções para o Agronegócios. Disponível em: <https://www.bbseguros.com.br/seguradora/para-seus-negocios/seguro-agronegocio/>. Acesso em 02/02/2023.

BM&FBOVESPA-CVM. **Mercado de derivativos no Brasil: conceitos, produtos e operações**. Rio de Janeiro, 2015.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTURO. **Mercado de derivativos**. jul. 2007.

BORGES, Ricardo. **Opções ou Futuros: Análise das alternativas de proteção de preços para sojicultores de Rondonópolis, Mato Grosso**. Porto Alegre, 2012.

B3. **Ajustes do Pregão**. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/derivativos/ajustes-do-pregao/. Acesso em 30/03/2023.

B3. **Commodities**. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/commodities/. Acesso em 28/08/2022.

B3. **Commodities**. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/commodities/. Acesso em 12/02/2023.

B3. **Milho: Ficha do Produto.** Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/commodities/ficha-do-produto-8AE490CA6D41D4C7016D45F3CB0A38F0.htm. Acesso em 09/02/2023.

B3. **Soja: Ficha do Produto.** Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/commodities/ficha-do-produto-8AE490C96D41D3A2016D45F455EB149B.htm. Acesso em 09/02/2023.

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

CHUANG, C. Backtesting VaR in consideration of the higher moments of the distribution for minimum-variance hedging portfolios. **Economic Modelling**. 2014, Vol. 42, pp. 15-19.

CIATECH. **Mitigação de Riscos para o Agronegócio.** Disponível em: <https://playerunibb.ciatech.com.br/bancodobrasil-player-frontend/course/1763/lesson/1778/1763/2593>. Acesso em 02/02/2023.

CNA. **Produtor rural: Saiba mais sobre como se proteger contra oscilações de preços.** Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/dtec.fluxograma-vias-futuros-opcoes.07out2021.vf.pdf>. Acesso em 08/03/2023.

E. J. Busato, F. P. Coelho, G. de S. Silva, and J. A. de Souza, **Mercado de Derivativos no Brasil: Conceitos, Produtos e Operações.** Rio de Janeiro: BM&FBOVESPA – CVM, 2015.

EMATER. **Rural Pecuária: Goiás passa a ser o terceiro maior produtor de grãos do Brasil.** Disponível em: <https://ruralpecuaria.com.br/noticia/goias-passa-a-ser-o-terceiro-maior-produtor-de-graos-do-brasil.html>. Acesso em 30/05/2023.

EMBRAPA SOJA. **Soja em números: Embrapa Soja.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 03/09/2020.

FAVERIN, Víctor. **Canal Rural: 10 municípios de Goiás que mais produzem soja.** Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/dez-municipios-goias-mais-produzem-soja/>. Acesso em: 13/06/2023.

FERREIRA, G. C. V; MIZIARA, F; COUTO, V. R. M. Pecuária em Goiás: Análise da distribuição espacial e produtiva. **Revista eletrônica do PRODEMA, Fortaleza**, 2019.

F. Cavalcante, and J. Y Misumi, Mercado de Capitais, vol 5, **Tiragem**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2001.

FORTUNA, E. **Mercado financeiro: produto e serviços**. 18ª ed. rev. e atual. – Rio de Janeiro: Qualitymark, 2011. 1024 p.

FURTADO, R. **Agribusiness brasileiro**. São Paulo: Evoluir, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2006.

GOULART, Andre Moura Cintra. **Evidenciação Contábil do Risco de Mercado por Instituições Financeiras no Brasil**. 2003. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/80a1/cf92433abde442652b46fb606416dc7df439.pdf?_ga=2.57489891.853121939.1624319410-422029163.1624319410. Acesso em 29 de agosto de 2022.

HULL, John C. **Fundamentos dos Mercados Futuros e de Opções**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 2005.

HULL, John C. **Options, futures and othes derivatives**. 3rd ed., New Jersey: Prentice Hall, 1997. p. 4.

HULL, John C. **Opções, Futuros e outros Derivativos**. 3 ed. São Paulo: BM&F, 1998.

HULL, John C. **Opções, futuros e outros derivativos**. Bookman Editora, 2016.

IPEA. O que é? – Mercado Spot. **Revista de informações e debates do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. 3ª ed. 2006. Disponível em https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2099:catid=28&Itemid=23. Acesso em 02 de junho de 2023.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2007.

MARQUES, Pedro Valentim e MELLO, Pedro Carvalho de. **Mercados futuros de commodities agropecuárias: exemplos e aplicações aos mercados brasileiros**. Rio de Janeiro: Campos/Elsevier, 2008.

MATTOS, Fabio et al. Relaxing standart hedging assumptions in the presence of downside risk. **The Quartely Review of Economics and Finance**. 2008.

MENDONÇA, A.A. A decisão de realizar ou não realizar hedge no ambiente corporativo. **Resenha BM&F**, v.162, n. 3, p.26-33, São Paulo, 2005.

MENDONÇA, A. Planejamento de *hedge*: segurança para gestores e empresas. **Resenha BM&F**, 172, 2007. NDF. Termo de Moeda. 2021 XP Investimentos. Disponível em: <https://institucional.xpi.com.br/investimentos/produtos-estruturados/NDF.pdf>. Acesso em 26 de julho de 2022.

MILAN. M. **Macrofinancial risk management in the U.S. economy:regulation, derivatives, and liquidity preference**. Tese de Doutorado. University of Massachusetts Amherst. September, 2008.

MOSCHINI, GianCarlo, and HENNESSY, David. Chapter 02 in **Handbook of Agricultural Economics**, 2001, vol. 1, Part 1, pp 88-153 from Elsevier.

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

NORONHA, B. **Agronomia Brasileira**. São Paulo: Editora Ltda, 2007.

PETERSEN, André. **A Indústria de Hedge Fund no Brasil: Uma avaliação preliminar**. 2007. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/282/2213.pdf>. Acesso em 20 de agosto de 2022.

REIS, T. **Put: entenda o que é e como funciona uma opção de venda**. Disponível em <https://www.sun0.com.br/artigos/put/>. Acesso em 04 de junho de 2023.

SANTANA, A.C. **Metodologia do programa SEBRAE: cadeias produtivas agroindustriais**. Brasília, 2000.

SEAPA, Governo de Goiás. **Agronegócio: Goiás é o maior gerador de empregos no agronegócio do Centro-Oeste**. Disponível em: <https://www.goiias.gov.br/servico/28-agronegocio/128481-goi%C3%A1s-%C3%A9-o-maior-gerador-de-empregos-no-agroneg%C3%B3cio-do-centro-oeste.html>. Acesso em 30 de maio de 2023.

SEGPLAN. Conjuntura Econômica Goiana: Importância socioeconômica do agronegócio goiano no cenário nacional. **Instituto Mauro Borges de Estatística e estudos socioeconômico**, nr. 26, 2013.

SILVA, A. G e FRANCISCHINI, R. **Sistema de Produção de Milho Safrinha em Goiás: XII Seminário Nacional Milho Safrinha**. Dourados – MS, 2013.

TOLEDO FILHO, J. R.; CARDOSO, A. F.; SANTOS, C. C. Custo e benefícios dos derivativos agropecuários: utilização de butterfly de put no incremento do resultado em contratos de café. **Custos e@gronegocio online**, v. 3, n. 5, p. 36-54, 2009.



APÊNDICES

APÊNDICES

APÊNDICE A - Valor do Prêmio Opção (PUT) Soja Verão

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	04/07/2017	71,37	0,000000000	0,000000000		
2	05/07/2017	72,28	1,012750455	0,012669853		
3	06/07/2017	72,23	0,999308246	-0,000691994		
4	07/07/2017	73,23	1,013844663	0,013749701		
5	10/07/2017	73,88	1,008876144	0,008836982		
6	11/07/2017	74,4	1,007038441	0,007013787		
7	12/07/2017	73,73	0,990994624	-0,009046170		
8	13/07/2017	72,58	0,984402550	-0,015720370		
9	14/07/2017	71,12	0,979884266	-0,020320811		
10	17/07/2017	71,51	1,005483690	0,005468709		
11	18/07/2017	71,75	1,003356174	0,003350555		
12	19/07/2017	71,72	0,999581882	-0,000418206		
13	20/07/2017	71,86	1,001952036	0,001950133		
14	21/07/2017	71,68	0,997495129	-0,002508013		
20	31/07/2017	71,59	0,984460946	-0,015661050		
21	01/08/2017	69,98	0,977510826	-0,022745912		
29	11/08/2017	70,63	0,987141859	-0,012941523		
			-			
32	16/08/2017	69,33	0,999135322	0,000865052		
34	18/08/2017	69,48	1,003176437	0,003171402		
53	15/09/2017	70,91	0,997467998	-0,002535213		
62	28/09/2017	70,96	1,002118345	0,002116104		
63	29/09/2017	70,72	0,996617813	-0,003387920	0,0082665	13,12%

Safrá 2017/2018	
Cálculo Black & Scholes	
Preço (S)	70,58
Strike (K)	68,15
Volatilidade (V)	13,12%
Taxa de juros (r)	8,25%
Tempo (t)	0,3945
d1	0,861315063
d2	0,778907201
Call	R\$ 5,26
Put	R\$ 0,65

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	03/07/2018	87,44	0,000000000	0,000000000		
2	04/07/2018	87,24	0,997712717	-0,002289903		
3	05/07/2018	88,09	1,009743237	0,009696078		
4	06/07/2018	88,14	1,000567601	0,000567440		
5	09/07/2018	88,1	0,999546177	-0,000453926		
6	10/07/2018	87,61	0,994438138	-0,005577386		
7	11/07/2018	88,27	1,007533387	0,007505152		
8	12/07/2018	88,71	1,004984706	0,004972324		
9	13/07/2018	88,19	0,994138203	0,005879045		
10	16/07/2018	88,93	1,008390974	0,008355966		
11	17/07/2018	89,19	1,002923648	0,002919382		
12	18/07/2018	89,72	1,005942370	0,005924784		
			-			
13	19/07/2018	89,32	0,995541685	0,004468283		
14	20/07/2018	88,9	0,995297806	-0,004713284		
39	24/08/2018	91,19	1,001317668	0,001316800		
44	31/08/2018	92,62	1,005427703	0,005413026		
59	24/09/2018	96,23	1,005328040	0,005313896		
			-			
63	28/09/2018	95,62	0,996976332	0,003028249	0,0083256	13,22%

Safrá 2018/2019	
Cálculo Black & Scholes	
Preço (S)	96,39
Strike (K)	78,50
Volatilidade (V)	13,22%
Taxa de juros (r)	6,50%
Tempo (t)	0,3945
d1	2,822814689
d2	2,739778718
Call	R\$ 19,88
Put	R\$ 0,01

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	04/07/2019	80,36	0,000000000	0,000000000		
2	05/07/2019	79,56	0,990044798	-0,010005086		
3	08/07/2019	78,72	0,989441931	-0,010614201		
4	09/07/2019	78,10	0,992123984	-0,007907196		
5	10/07/2019	78,72	1,007938540	0,007907196		
6	11/07/2019	79,10	1,004827236	0,004815622		
7	12/07/2019	79,41	1,003919090	0,003911430		
8	15/07/2019	79,06	0,995592495	-0,004417247		
9	16/07/2019	78,74	0,995952441	-0,004055772		
10	17/07/2019	78,39	0,995554991	-0,004454917		
11	18/07/2019	77,56	0,989411915	-0,010644538		
12	19/07/2019	78,90	1,017276947	0,017129397		
13	22/07/2019	77,81	0,986185044	-0,013911270		
63	30/09/2019	86,76	1,001731902	0,001730404	0,0080101	12,72%

Safra 2019/2020

Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	88,35
Strike (K)	86,62
Volatilidade (V)	12,72%
Taxa de juros (r)	5,50%
Tempo (t)	0,3918

d1	0,558832759
d2	0,479215229

Call	R\$ 4,90
------	----------

Put	R\$ 1,32
-----	----------

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	03/07/2020	114,93	0,000000000	0,000000000		
2	06/07/2020	115,83	1,007830854	0,007800352		
3	07/07/2020	115,90	1,000604334	0,000604151		
4	08/07/2020	116,02	1,001035375	0,001034840		
5	09/07/2020	116,00	0,999827616	-0,000172399		
6	10/07/2020	115,86	0,998793103	-0,001207625		
7	13/07/2020	113,87	0,982824098	-0,017325119		
8	14/07/2020	115,01	1,010011417	0,009961634		
9	15/07/2020	115,09	1,000695592	0,000695350		
10	16/07/2020	115,50	1,003562429	0,003556099		
11	17/07/2020	116,00	1,004329004	0,004319661		
12	20/07/2020	116,77	1,006637931	0,006615997		
13	21/07/2020	116,56	0,998201593	-0,001800026		
63	30/09/2020	148,12	0,991100703	-0,008939133	0,0107082	17,00%

Safra 2020/2021

Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	152,24
Strike (K)	127,03
Volatilidade (V)	17,00%
Taxa de juros (r)	2,00%
Tempo (t)	0,3863

d1	1,8393184
d2	1,73365805

Call	R\$ 26,40
------	-----------

Put	R\$ 0,22
-----	----------

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	05/07/2021	163,71	0,000000000	0,000000000		
2	06/07/2021	162,13	0,990348787	0,009698087		
3	07/07/2021	164,08	1,012027385	0,011955631		
4	08/07/2021	166,31	1,013590931	0,013499403		
5	09/07/2021	165,02	0,992243401	0,007786838		
6	12/07/2021	165,83	1,004908496	0,004896489		
7	13/07/2021	167,62	1,010794187	0,010736345		
8	14/07/2021	168,72	1,006562463	0,006541023		
9	15/07/2021	168,9	1,001066856	0,001066288		
10	16/07/2021	170,39	1,008821788	0,008783103		
11	19/07/2021	170,89	1,002934445	0,002930147		

Safra 2021/2022

Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	170,95
Strike (K)	150,27
Volatilidade (V)	12,73%
Taxa de juros (r)	6,25%
Tempo (t)	0,3836

d1	1,978921
d2	1,900081114

Call	R\$ 24,36
------	-----------

12	20/07/2021	172,01	1,006553924	0,006532540		
13	21/07/2021	173,11	1,006394977	0,006374616		
63	30/09/2021	175,59	1,000969103	0,000968633	0,0080184	12,73%

Put	R\$ 0,12
-----	----------

Fonte: Elaborado pelo autor

APÊNDICE B - Valor do Prêmio Opção (PUT) Milho Safrinha

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	26/09/2017	30,17	0,000000000	0,000000000		
2	27/09/2017	30,05	0,996022539	-0,003985392		
3	28/09/2017	29,94	0,996339434	-0,003667282		
4	29/09/2017	30,04	1,003340013	0,003334448		
5	02/10/2017	30,39	1,011651132	0,011583780		
6	03/10/2017	29,71	0,977624218	-0,022629917		
7	04/10/2017	29,59	0,995960956	-0,004047223		
8	05/10/2017	29,66	1,002365664	0,002362870		
9	06/10/2017	30,39	1,024612272	0,024314270		
10	09/10/2017	30,83	1,014478447	0,014374635		
11	10/10/2017	31,17	1,011028219	0,010967852		
12	11/10/2017	31,29	1,003849856	0,003842464		
13	13/10/2017	31,27	0,999360818	-0,000639386		
14	16/10/2017	31,71	1,014070995	0,013972917		
15	17/10/2017	31,81	1,003153579	0,003148617		
28	06/11/2017	32,11	0,976878613	-0,023392880		
41	24/11/2017	30,86	1,004884402	0,004872512		
50	07/12/2017	31,64	0,996535433	-0,003470582		
63	28/12/2017	33,77	1,001779887	0,001778305	0,0098644	15,66%

Safra 2018

Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	33,77
Strike (K)	33,85
Volatilidade (V)	15,66%
Taxa de juros (r)	7,00%
Tempo (t)	0,3644

d1	0,292061576
d2	0,197531253

Call	R\$ 1,68
------	----------

Put	R\$ 0,91
-----	----------

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	26/09/2018	39,53	0,000000000	0,000000000		
2	27/09/2018	39,52	0,999747028	0,000253004		
3	28/09/2018	39,40	0,996963563	-0,003041057		
4	01/10/2018	39,32	0,997969543	-0,002032521		
5	02/10/2018	39,05	0,993133266	-0,006890419		
6	03/10/2018	38,55	0,987195903	-0,012886776		
7	04/10/2018	38,35	0,994811933	-0,005201572		
8	05/10/2018	38,78	1,011212516	0,011150122		
9	08/10/2018	38,12	0,982980918	-0,017165571		
10	09/10/2018	37,56	0,985309549	-0,014799424		
11	10/10/2018	36,97	0,984291800	-0,015832881		
12	11/10/2018	37,11	1,003786854	0,003779702		
13	15/10/2018	36,87	0,993532741	0,006488263		
14	16/10/2018	36,56	0,991592080	0,008443466		
15	17/10/2018	35,98	0,984135667	-0,015991518		
46	03/12/2018	37,54	0,992859032	-0,007166587		
48	05/12/2018	37,46	1,022659023	0,022406120		
63	28/12/2018	38,93	0,996161720	-0,003845666	0,0111197	17,65%

Safra 2019

Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	39,26
Strike (K)	34,65
Volatilidade (V)	17,65%
Taxa de juros (r)	6,50%
Tempo (t)	0,5315

d1	1,303542318
d2	1,174865847

Call	R\$ 6,03
------	----------

Put	R\$ 0,24
-----	----------

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	30/09/2019	38,70	0,000000000	0,000000000		
2	01/10/2019	39,08	1,009819121	0,009771227		
3	02/10/2019	39,58	1,012794268	0,012713113		
4	03/10/2019	39,73	1,003789793	0,003782630		
5	04/10/2019	39,97	1,006040775	0,006022603		
6	07/10/2019	39,84	0,996747561	-0,003257740		
7	08/10/2019	39,82	0,999497992	-0,000502134		
8	09/10/2019	40,53	1,017830236	0,017673142		
9	10/10/2019	40,33	0,995065384	0,004946832		
10	11/10/2019	40,41	1,001983635	0,001981670		
11	14/10/2019	40,58	1,004206879	0,004198055		
12	15/10/2019	41,44	1,021192706	0,020971264		
13	16/10/2019	41,83	1,009411197	0,009367188		
14	17/10/2019	42,15	1,007650012	0,007620899		
15	18/10/2019	43,04	1,021115065	0,020895231		
63	30/12/2019	48,62	1,003508772	0,003502631	0,0092466	14,68%

Safra 2020
Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	48,43
Strike (K)	44,20
Volatilidade (V)	14,68%
Taxa de juros (r)	4,50%
Tempo (t)	0,5342

d1	1,129479157
d2	1,022179847

Call	R\$ 5,63
------	----------

Put	R\$ 0,35
-----	----------

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	29/09/2020	63,28	0,000000000	0,000000000		
2	30/09/2020	63,63	1,005530973	0,005515734		
3	01/10/2020	64,22	1,009272356	0,009229631		
4	02/10/2020	64,75	1,008252881	0,008219012		
5	05/10/2020	65,36	1,009420849	0,009376750		
6	06/10/2020	65,48	1,001835985	0,001834302		
7	07/10/2020	67,26	1,027183873	0,026820954		
8	08/10/2020	67,55	1,004311627	0,004302358		
9	09/10/2020	68,12	1,008438194	0,008402791		
10	13/10/2020	69,09	1,014239577	0,014139147		
11	14/10/2020	69,53	1,006368505	0,006348312		
12	15/10/2020	70,30	1,011074356	0,011013485		
13	16/10/2020	70,72	1,005974395	0,005956620		
14	19/10/2020	71,49	1,010888009	0,010829161		
15	20/10/2020	73,33	1,025737865	0,025412222		
44	01/12/2020	77,17	0,985442472	-0,014664528		
63	30/12/2020	78,65	1,002549395	0,002546150	0,0106744	16,95%

Safra 2021
Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	81,79
Strike (K)	72,70
Volatilidade (V)	16,95%
Taxa de juros (r)	2,00%
Tempo (t)	0,5260

d1	1,105389996
d2	0,982455466

Call	R\$ 10,57
------	-----------

Put	R\$ 0,72
-----	----------

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	29/09/2021	91,45	0,000000000	0,000000000		
2	30/09/2021	91,83	1,004155276	0,004146667		
3	01/10/2021	91,76	0,999237722	-0,000762569		
4	04/10/2021	92,03	1,002942459	0,002938138		
5	05/10/2021	92,22	1,002064544	0,002062416		
6	06/10/2021	91,98	0,997397528	-0,002605865		
7	07/10/2021	91,12	0,990650141	-0,009393843		
8	08/10/2021	91,03	0,999012291	-0,000988197		
9	11/10/2021	91,02	0,999890146	-0,000109860		
10	13/10/2021	90,39	0,993078444	-0,006945621		
11	14/10/2021	90,13	0,997123576	0,002880569		
12	15/10/2021	90,18	1,000554754	0,000554600		
13	18/10/2021	89,89	0,996784209	-0,003220972		
14	19/10/2021	90,21	1,003559907	0,003553585		
15	20/10/2021	89,56	0,992794590	-0,007231494		
63	30/12/2021	90,35	0,999778688	-0,000221337	0,0062027	9,85%

Safra 2022
Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	92,01
Strike (K)	87,68
Volatilidade (V)	9,85%
Taxa de juros (r)	9,25%
Tempo (t)	0,5288

d1	1,39167388
d2	1,32004825

Call	R\$ 8,77
------	----------

Put	R\$ 0,25
-----	----------

Fonte: Elaborada pelo autor

APÊNDICE C - Valor do Prêmio Opção (PUT) Boi Gordo Entressafra

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	02/04/2018	143,45	0,000000000	0,000000000		
2	03/04/2018	144,05	1,004182642	0,004173919		
3	04/04/2018	144,30	1,001735509	0,001734004		
4	05/04/2018	144,30	1,000000000	0,000000000		
5	06/04/2018	145,30	1,006930007	0,006906105		
6	09/04/2018	144,45	0,994150034	-0,005867144		
7	10/04/2018	144,40	0,999653859	0,000346200		
8	11/04/2018	143,10	0,990997230	0,009043540		
9	12/04/2018	144,20	1,007686932	0,007657538		
10	13/04/2018	143,15	0,992718447	-0,007308193		
11	16/04/2018	143,20	1,000349284	0,000349223		
12	17/04/2018	143,50	1,002094972	0,002092781		
13	18/04/2018	143,80	1,002090592	0,002088410		
14	19/04/2018	143,35	0,996870654	-0,003134253		
63	29/06/2018	139,40	0,995358800	0,004652003	0,009182489	14,58%

Safra 2018

Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	139,60
Strike (K)	150,60
Volatilidade (V)	14,58%
Taxa de juros (r)	6,50%
Tempo (t)	0,2740

d1	0,722344889
d2	0,798660097

Call	R\$ 1,41
------	----------

Put	R\$ 9,75
-----	----------

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	29/03/2019	157,05	0,000000000	0,000000000		
2	01/04/2019	157,45	1,002546960	0,002543722		
3	02/04/2019	156,85	0,996189266	-0,003818013		
4	03/04/2019	156,40	0,997131017	-0,002873107		
5	04/04/2019	158,70	1,014705882	0,014598799		
6	05/04/2019	159,10	1,002520479	0,002517308		
7	08/04/2019	157,70	0,991200503	-0,008838441		
8	09/04/2019	158,50	1,005072923	0,005060099		
9	10/04/2019	158,80	1,001892744	0,001890955		
10	11/04/2019	158,80	1,000000000	0,000000000		
11	12/04/2019	158,10	0,995591940	-0,004417805		
12	15/04/2019	158,00	0,999367489	-0,000632711		
13	16/04/2019	156,90	0,993037975	-0,006986373		
14	17/04/2019	154,00	0,981516890	-0,018656057		
62	27/06/2019	154,40	1,002923027	0,002918763		
63	28/06/2019	156,85	1,015867876	0,015743297	0,012375306	19,65%

Safra 2019

Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	154,15
Strike (K)	163,90
Volatilidade (V)	19,65%
Taxa de juros (r)	6,50%
Tempo (t)	0,2740

d1	-0,371723109
d2	-0,47457591

Call	R\$ 3,60
------	----------

Put	R\$ 10,46
-----	-----------

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	30/03/2020	202,50	0,000000000	0,000000000		
2	31/03/2020	203,15	1,003209877	0,003204736		
3	01/04/2020	203,00	0,999261629	0,000738643		
4	02/04/2020	195,40	0,962561576	-0,038157239		
5	03/04/2020	200,65	1,026867963	0,026513357		
6	06/04/2020	201,00	1,001744331	0,001742811		
7	07/04/2020	199,90	0,994527363	0,005487667		
8	08/04/2020	201,80	1,009504752	0,009459866		
9	09/04/2020	198,05	0,981417245	-0,018757584		
10	13/04/2020	202,30	1,021459227	0,021232220		
11	14/04/2020	199,10	0,984181908	-0,015944533		
12	15/04/2020	198,50	0,996986439	-0,003018111		

Safra 2020

Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	219,90
Strike (K)	213,80
Volatilidade (V)	21,91%
Taxa de juros (r)	2,25%
Tempo (t)	0,2740

d1	0,356396115
d2	0,241713933

Call	R\$ 14,03
------	-----------

13	16/04/2020	200,55	1,010327456	0,010274492		
14	17/04/2020	201,50	1,004736973	0,004725789		
60	25/06/2020	217,35	0,992692396	-0,007334436		
61	26/06/2020	218,35	1,004600874	0,004590322		
62	29/06/2020	219,65	1,005953744	0,005936090		
63	30/06/2020	218,40	0,994309128	-0,005707127	0,013804744	21,91%

Put	R\$ 6,62
-----	----------

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	31/03/2021	315,80	0,000000000	0,000000000		
2	01/04/2021	316,10	1,000949968	0,000949517		
3	05/04/2021	317,45	1,004270800	0,004261706		
4	06/04/2021	318,95	1,004725154	0,004714025		
5	07/04/2021	316,30	0,991691488	-0,008343220		
6	08/04/2021	316,80	1,001580778	0,001579530		
7	09/04/2021	319,40	1,008207071	0,008173576		
8	12/04/2021	316,45	0,990763932	-0,009278985		
9	13/04/2021	316,70	1,000790014	0,000789702		
10	14/04/2021	320,00	1,010419956	0,010366042		
11	15/04/2021	319,40	0,998125000	-0,001876760		
12	16/04/2021	312,60	0,978710081	-0,021519818		
13	19/04/2021	315,40	1,008957134	0,008917257		
14	20/04/2021	315,85	1,001426760	0,001425743		
15	22/04/2021	316,65	1,002532848	0,002529646		
62	29/06/2021	319,65	0,993010252	-0,007014291		
63	30/06/2021	318,50	0,996402315	-0,003604172	0,009261253	14,70%

Safra 2021

Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	316,20
Strike (K)	319,85
Volatilidade (V)	14,70%
Taxa de juros (r)	4,25%
Tempo (t)	0,2795

d1	0,043995464
d2	-0,033713476

Call	R\$ 9,86
------	----------

Put	R\$ 9,74
-----	----------

Dias úteis	Data	Cotação (R\$)	Cálculo Volatilidade - Black			
1	31/03/2022	323,25	0,000000000	0,000000000		
2	01/04/2022	341,60	1,056767208	0,055214444		
3	04/04/2022	335,40	0,981850117	-0,018316613		
4	05/04/2022	333,40	0,994036971	0,005980879		
5	06/04/2022	336,70	1,009898020	0,009849356		
6	07/04/2022	327,40	0,972378972	-0,028009661		
7	08/04/2022	345,95	1,056658522	0,055111591		
8	11/04/2022	338,60	0,978754155	-0,021474786		
9	12/04/2022	337,10	0,995569994	0,004439847		
10	13/04/2022	336,30	0,997626817	-0,002376003		
11	14/04/2022	338,90	1,007731192	0,007701460		
12	18/04/2022	328,80	0,970197698	-0,030255415		
13	19/04/2022	340,25	1,034823601	0,034230978		
14	20/04/2022	331,40	0,973989713	-0,026354537		
61	28/06/2022	326,00	0,999233716	-0,000766577		
62	29/06/2022	319,65	0,980521472	-0,019670734		
63	30/06/2022	320,25	1,001877053	0,001875294	0,023030432	36,56%

Safra 2022

Cálculo Black & Scholes

Preço (S)	314,75
Strike (K)	335,00
Volatilidade (V)	36,56%
Taxa de juros (r)	13,25%
Tempo (t)	0,2767

d1	0,037408444
d2	-0,229726669

Call	R\$ 20,55
------	-----------

Put	R\$ 28,74
-----	-----------

Fonte: Elaborado pelo autor

APÊNDICE D – Preço da Soja mercado formador e mercado local

INDICADOR DA SOJA ESALQ/BM&FBOVESPA - PARANAGUÁ-PR

Data	À vista R\$	À vista US\$
02/10/2017	70,58	22,38
23/02/2018	76,74	23,68
01/10/2018	96,39	23,98
22/02/2019	78,99	21,15
01/10/2019	88,14	21,17
21/02/2020	88,80	20,23
01/10/2020	152,24	26,94
19/02/2021	162,96	30,14
01/10/2021	170,95	31,88
18/02/2022	195,90	38,13

Fonte: Cepea/ESALQ

INDICADOR DA SOJA BASLRIVE Index - RIO VERDE-GO

Data	À vista R\$
02/10/2017	54,33
23/02/2018	61,20
01/10/2018	75,02
22/02/2019	66,46
01/10/2019	69,84
21/02/2020	73,64
01/10/2020	136,06
19/02/2021	150,57
01/10/2021	155,08
18/02/2022	177,50

Fonte: Cepea/Bloomberg

APÊNDICE E – Preço do Milho mercado formador e mercado local

INDICADOR DA SOJA ESALQ/BM&FBOVESPA - PARANAGUÁ-PR

Data	À vista R\$	À vista US\$
02/01/2018	33,77	10,36
15/05/2018	42,25	11,54
02/01/2019	39,26	10,29
15/07/2019	37,20	9,90
02/01/2020	48,43	12,04
15/07/2020	49,40	9,18
04/01/2021	81,79	15,55
15/07/2021	98,01	19,12
03/01/2022	92,01	16,25
15/07/2022	82,46	15,25

Fonte: Cepea/ESALQ

INDICADOR DO MILHO BAGCRIVE Index - RIO VERDE-GO

Data	À vista R\$
02/01/2018	24,58
15/05/2018	24,81
02/01/2019	27,43
15/07/2019	27,10
02/01/2020	38,77
15/07/2020	38,51
04/01/2021	64,74
15/07/2021	79,58
03/01/2022	73,18
15/07/2022	69,13

Fonte: Cepea/Bloomberg

APÊNDICE F – Preço do Boi Gordo mercado formador e mercado local

INDICADOR DA SOJA ESALQ/BM&FBOVESPA - PARANAGUÁ-PR

Data	À vista R\$	À vista US\$
02/07/2018	139,60	35,69
10/10/2018	148,05	39,40
01/07/2019	154,15	40,09
09/10/2019	160,35	39,17
01/07/2020	219,90	41,40
09/10/2020	261,60	47,29
01/07/2021	316,20	62,64
11/10/2021	271,25	49,23
01/07/2022	314,75	59,14
10/10/2022	304,05	58,66

Fonte: Cepea/ESALQ

INDICADOR DO MILHO BAOTRIVC Index - RIO VERDE-GO

Data	À vista R\$
02/07/2018	120,73
10/10/2018	133,23
01/07/2019	133,47
09/10/2019	138,11
01/07/2020	193,43
09/10/2020	235,48
01/07/2021	291,42
11/10/2021	242,31
01/07/2022	283,27
10/10/2022	246,07

Fonte: Cepea/Bloomberg



ANEXOS

ANEXOS



idn

Bo
pro
cit
ref
Nos
são

idp

A ESCOLHA QUE
TRANSFORMA
O SEU CONHECIMENTO