



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE
CURSO DE FINANÇAS

MOISÉS DE SOUSA EVANGELISTA

ANÁLISE DO USO DE CONTRATOS FUTUROS DE COMMODITIES NA
OTIMIZAÇÃO DE PORTFÓLIOS

FORTALEZA- CE

2022

MOISÉS DE SOUSA EVANGELISTA

ANÁLISE DO USO DE CONTRATOS FUTUROS DE COMMODITIES NA
OTIMIZAÇÃO DE PORTFÓLIOS

Monografia apresentada ao Curso de
Finanças da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Leandro de
Almeida Rocco

FORTALEZA-CE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- E92a Evangelista, Moisés de Sousa.
Análise do uso de contratos futuros de commodities na otimização de portfólios / Moisés de Sousa Evangelista. – 2022.
34 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Administração, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Leandro de Almeida Rocco.
1. MARKOWITZ. 2. CONTRATOS FUTUROS. 3. COMMODITIES. I. Título.

CDD 658

MOISÉS DE SOUSA EVANGELISTA

ANÁLISE DO USO DE CONTRATOS FUTUROS DE COMMODITIES NA
OTIMIZAÇÃO DE PORTFÓLIOS

Monografia apresentada ao Curso de
Finanças da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Finanças.

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leandro de Almeida Rocco (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Pablo Urano de Carvalho Castelar (Membro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Vitor Borges Monteiro (Membro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me deu forças para ultrapassar todos os obstáculos encontrados no caminho. A minha família por todo apoio, em especial, a minha mãe Rita que sempre me amparou em todos os momentos da minha vida. A Luana, por todo encorajamento nessa jornada. Aos meus amigos, pelo apoio e incentivo. Ao Orientador Prof. Dr. Leandro de Almeida Rocco, por toda ajuda, compreensão e disponibilidade.

RESUMO

De acordo com a Teoria do Portfólio de Markowitz (1952) a possível combinação de ativos que apresentam baixa correlação pode gerar portfólios que reduzem os riscos da carteira. Diante dessa premissa, na busca de maximizar a utilidade dos investidores, por meio da diversificação, o presente trabalho tem o objetivo de analisar a eficácia na alocação de contratos futuros agropecuários em carteiras de investimento no mercado acionário brasileiro, visando a otimização de carteiras compostas por contratos futuros de *commodities* agrícolas, ações, renda fixa e fundos de investimento imobiliários no período de Novembro de 2017 a Outubro de 2021. O trabalho em questão também busca analisar a performance dos portfólios com e sem a estratégia de introdução de contratos futuros de *commodities* agrícolas, considerando a análise dos retornos esperados e a volatilidade dos ativos. A pesquisa utiliza dados diários dos preços de fechamento dos contratos futuros, preços de fechamento dos índices de ações, índices de fundo de investimento imobiliário e índice de títulos de renda fixa.

Palavras chaves: *MARKOWITZ, CONTRATOS FUTUROS, COMMODITIES, OTIMIZAÇÃO*

ABSTRACT

According to Markowitz's Portfolio Theory (1952) any possible combination of assets with low correlation may generate portfolios that reduce risk. Aiming at maximizing investor's utility, through diversification, this work analyzes the effectiveness of the allocation of agricultural future contracts in investment portfolios in the Brazilian stock market, by suggesting portfolios composed of future contracts of agricultural commodities, stocks, fixed income and real estate investment funds from November 2017 to October 2021. We analyze the performance of the portfolios with and without the strategy of introducing future contracts for agricultural commodities considering the analysis of the expected returns and the volatility of the assets, using daily price data of future contract adjustments, stock index closing prices, real estate investment fund indices and fixed-income securities index.

Keywords: MARKOWITZ, FUTURES CONTRACT, COMMODYTIES, OPTIMIZATION

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Blocos de Safra e Entressafra.....	21
Tabela 2 - Primeira Estratégia - Número de Observações.....	23
Tabela 3 - Segunda Estratégia - Número de Observações.....	24
Tabela 4 - Retorno Mensal Médio dos ativos no período de 2017 a 2021.....	25
Tabela 5 - Retorno Mensal Médio dos ativos no período de 2018 a 2020.....	26
Tabela 6 - Matriz de correlação análise anual dos retornos.....	27
Tabela 7 - Resultados dos Portfólios Ótimos para o Período 2017 a 2021.....	28
Tabela 8 - Resultados dos Portfólios com a inserção de contratos futuros.....	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Série História Taxa Básica de Juros - Selic.....	18
Gráfico 2 - Retorno acumulado ICB - IBOV.....	19
Gráfico 3 - Janela de Correlação ICB - IBOV.....	19
Gráfico 4 - Comparação de Retorno Acumulado dos Índices.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANBIMA (Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais)

B3(Bolsa, Brasil, Balcão)

BGI(Contrato Futuro de Boi Gordo)

CCM(Contrato Futuro de Milho com liquidação financeiro)

CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada)

Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)

PIB (Produto interno bruto)

Sumário

1. Introdução	9
2. Revisão de Literatura.....	11
3. Metodologia.....	14
4. Dados	17
5. Resultados	25
6. Conclusão.....	29
7. Referências Bibliográficas	31
8. Anexos	34

1. INTRODUÇÃO

A busca dos investidores por diversificação de ativos que tenha correlação baixa com os mercados tradicionais gerou uma maior procura por investimentos alternativos com o objetivo de aumentar o retorno potencial da carteira (XP Expert, 2022). Os investidores procuraram incluir investimentos alternativos como *Private Equity*, *Fundos Hedge*, *Venture Capital*, *Real Estate*, Criptomoedas e Ativo Físicos.

Essa mudança também foi possível pelas mudanças regulatórias que têm permitido que o número de investidores aumente e pelo aumento da tecnologia dos mercados financeiros que também promove a distribuição de tais produtos para os investidores. Por sua vez, no ambiente de negociação da B3, é possível encontrar ativos reais na forma de contratos.

Um desses tipos de investimentos são os derivativos, que segundo Assaf Neto (2009), constituem instrumentos financeiros em formas de contratos que derivam de um ativo físico. Assim, podemos descrever os contratos futuros como acordos de compra ou venda de *commodities*, moedas ou índices a preços pré-determinados e negociados no ambiente de mercados futuros da Bolsa de Valores brasileira. Esse estudo aborda os contratos futuros atrelados a *commodities* agrícolas, um tipo de título derivativo de ativos reais como café, soja, trigo e gado, no incremento de diversificação de portfólios.

Contratos futuros agropecuários estão atrelados a um dos maiores mercados mundiais e em um dos setores econômicos que mais prospera na economia brasileira – o mercado agropecuário. Ressalta-se que, segundo estudos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), em 2020, o mercado agropecuário representou cerca de 26,6% do PIB (Produto interno bruto) brasileiro e, de acordo com o Ministério da Agricultura, no mesmo ano, o *agrobusiness* foi responsável por 48% das exportações do país. Além disso, uma pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2021) aponta que os produtos brasileiros são responsáveis pela alimentação de cerca de 800 milhões de pessoas, aproximadamente 10% de toda a população global.

Diante dessas informações, é evidente que o comércio agrícola é um dos principais motores para o crescimento da economia brasileira e que a capacidade econômica desses ativos pode agregar rentabilidade na sua alocação dentro de um portfólio de investimentos.

Dada a importância econômica do setor, vale salientar que a representação direta desses ativos no mercado acionário pode ocorrer também pelos contratos futuros, constituindo ferramentas versáteis e utilizadas por diferentes perfis de investidores, pois são úteis para as empresas e produtores como uma forma de proteção dos preços de seus recebíveis em moedas estrangeiras ou de preços de suas mercadorias (*hedge*).

O objetivo desse trabalho, então, é abordar a utilização de tais contratos dentro de um portfólio. Considerando as diferenças nas formações de preço das cotações de ações, de títulos públicos e de ativos imobiliários, o preço das *commodities* possui outros fatores de formação. Uma evidência dessa diferença é encontrada na correlação dos contratos futuros com outros ativos financeiros, pois geralmente apresentam comportamentos divergentes.

Sendo assim, essa forte característica de baixa correlação entre esses ativos e diante dos estudos apresentados por Markowitz (1952) que elucida a capacidade de otimização do portfólio, podemos deduzir que existe um forte justificativa de que a inserção de derivativos dentro de um portfólio tradicional pode gerar um cenário de maior retorno e diminuição dos riscos inerentes a uma carteira de investimentos formada por ações, fundos imobiliários e títulos de renda fixa.

Trabalhos anteriores como Pinheiro, Zanon e Dantas (2019) e Silveira e Barros (2010) que se apoiam na Teoria de Markowitz de portfólio eficientes, buscam compreender se os derivativos de *commodities* podem ser utilizados em carteiras como forma de diversificação visando à redução da variância de portfólios no cenário do mercado acionário brasileiro. As pesquisas dos trabalhos anteriores que foram realizadas respectivamente no período de 2011 a 2016 e 1994 a 2003 refletiam uma dinâmica de mercado de investimentos que era movida por outras diretrizes, pois as pesquisas abordam a análise do mercado brasileiro em períodos em que a taxa básica da economia, Selic, estava em patamares

elevados, de forma que títulos de renda fixa forneciam alto rendimento atrelados a um baixo fator de risco.

Portanto, nesse cenário o investidor não tinha a avidez de buscar investimentos alternativos. Entretanto, após a pandemia de Covid-19, associada a um cenário de baixos juros, os investidores buscaram investimentos alternativos para suas carteiras, conseqüentemente expondo seus portfólios a risco maiores.

Levando em consideração o exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar de forma quantitativa se a introdução de contratos futuros em portfólios formados por ações, títulos de renda fixa e fundos de investimentos imobiliários no Brasil podem agregar na relação de risco e retorno dessas carteiras.

Além dessa seção de introdução, essa pesquisa está dividida em mais cinco seções: a segunda, busca oferecer uma revisão de literatura sobre mitigação de riscos dentro de um portfólio, baseando-se principalmente nos estudos de Sharpe (1987) e Markowitz (1959); a terceira, apresenta a metodologia utilizada para inserção dos contratos agropecuários em carteiras de investimentos; a quarta, fornece os resultados obtidos; e a quinta, apresenta as conclusões.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Dentro das questões mais importantes para o investidor, a escolha por ativos que possuem uma relação de risco e retorno atrativa é uma ferramenta importante para a determinação de portfólios de investimentos. A obtenção de retornos iguais ou maiores, buscando mitigação dos riscos é realizada por meio de uma carteira de investimentos balanceada, que pode ser representada na otimização do modelo de média-variância.

O cerne do trabalho em questão, fundamenta-se principalmente na teoria de Markowitz (1952, 1956, 1959) ao realizar uma combinação de ativos de baixa correlação na seleção ideal da composição um portfólio. Neste trabalho, a combinação deve ser representada por ações, títulos de renda fixa, ativos imobiliários e contratos futuros de commodities agropecuárias. O motivo da utilização da estratégia, também foi pesquisada no trabalho de Erb, Claude B. and.

Harvey Campbell R (2016) onde é analisado a baixa correlação de longo prazo entre ações e futuros de commodities.

A relação no longo prazo é, na maioria dos horizontes, correlacionada negativamente, pois os futuros têm um melhor desempenho em períodos de inflação inesperada, enquanto os retornos das ações e títulos geralmente decepcionam. Pelo motivo dos futuros de commodities diversificarem a variação cíclica nos retornos de ações e títulos, sugere-se ao investidor que esse tipo de ativo pode possuir uma atração para diversificar carteiras tradicionais de ações e títulos.

Outra perspectiva para justificar a escolha são os diferentes fatores de formação de preços das ações em comparação com os ativos ligados a commodities, como citado em Daskalaki & Skiadopoulos (2011) e Belousova & Dorfleitner (2012), pois os fatores são fortemente impulsionados pelo clima, condições geopolíticas, restrições de oferta, produção física e risco de eventos adversos, fatores esses que divergem na formação do valor das ações e títulos.

Nesse aspecto, estudos posteriores também avaliam os efeitos da metodologia em diferentes mercados e épocas, como Bodie e Rosansky (1980), que realizam o estudo do desempenho de 23 futuros de *commodities* no período de 1950-1976 no mercado acionário norte-americano. Os autores mostram que uma combinação com 60% de ações e 40% de *commodities* nas carteiras reduz em até 30% os riscos do portfólio.

Dentro dessa mesma metodologia, Gorton e Rouwenhorst (2006) concluíram que os futuros de commodities, no período de 1959 a 2004, apresentaram o mesmo retorno médio e índice de Sharpe que as ações dos EUA, tendo correlações negativas com ações e bonds, demonstrando ser especialmente eficazes no fornecimento de diversificação para carteiras de ações e títulos.

Outros estudos modernos sobre a mitigação de riscos por meio da utilização de commodities, como por exemplo Bansal, Kumar, & Verma, P. (2014), mostram que diferentes perfis de investimento com a inclusão de ativos ligados a commodities em carteiras tradicionalmente formada por ações possuem a capacidade de maximizar a utilidade do investidor e podem ser consideradas uma classe de ativo alternativa para a diversificação do portfólio.

Considerando a aplicação da metodologia no mercado acionário brasileiro, pode-se verificar, trabalhos como Pinheiro, Zanon e Dantas (2019), que avaliaram a eficácia da utilização como mecanismo de otimização das carteiras de investimentos, utilizando o método de análise de cinco estratégias, com e sem os contratos futuros, no período de 2011 a 2016. Os resultados revelam que portfólios com contratos futuros oferecem um potencial de diversificação para carteiras compostas predominantemente por ações. Entretanto, as carteiras mais eficientes foram compostas por ativos de renda fixa, dólar e imobiliários devido principalmente a particularidade do mercado de financeiro brasileiro, em que as características da elevada política de taxa de juros e inflação favoreceram a melhor relação risco-retorno para a estratégia em comparação com a metodologia proposta no trabalho em questão.

Ainda no aspecto do mercado brasileiro, temos a pesquisa de Silveira e Barros (2010), que tem como objetivo analisar a alocação de contratos futuros sobre *commodities* em portfólios formado por ações e títulos. Foi comparado o impacto da introdução dos contratos futuros agropecuários nas posições compradas e vendidas no período de 1994 a 2007, em portfólios compostos por ações, títulos, ouro e dólar em conjunto com a metodologia de Gibbons, Ross e Shanken (1989), verificando a significância estatística do risco-retorno dos resultados analisados.

Consequentemente, a análise obtida no período de 1994 a 2000 permite a conclusão de que a inserção individual dos contratos futuros não resultou na expansão da fronteira eficiente do portfólio, não havendo, assim, benefícios para a carteira de investimento. Os benefícios positivos resultantes no portfólio foram anulados por outro período de resultado das *commodities*, devido aos ciclos de preços comuns em *commodities* agropecuárias.

Entretanto, a análise bienal na década de 2000 gerou resultados positivos na aplicação da metodologia, pois elevou sistematicamente o desempenho das carteiras. Contudo, esse aumento não foi estatisticamente significativo. Tal resultado positivo pode ser explicado pelo aumento mundial da demanda por alimentos e da oferta mundial restrita sobre as *commodities* elevando a volatilidade de preços do ativo.

Diante dos trabalhos apresentados, dentro do cenário brasileiro, podemos concluir que uma das barreiras para a diversificação por meio de ativos alternativos é a forte política da taxa de juros praticada pelo Banco Central. Historicamente, o investidor não tem uma grande influência de buscar ativos alternativos na diversificação para seu portfólio. Investimentos que espelham a taxa livre de risco do mercado brasileiro refletem um prêmio de risco elevado e entregam para o investidor uma rentabilidade, na maioria dos portfólios, maior que ativos que estão mais expostos a risco mais elevado de mercado. Portanto, a seção a seguir apresenta a metodologia que foi utilizada para validar a eficácia da utilização dos contratos futuros dentro dos portfólios.

3. METODOLOGIA

As hipóteses de pesquisa desse trabalho têm base, principalmente, na Teoria do Portfólio desenvolvida por Markowitz (1952, 1954, 1958). Na definição de seu portfólio, o investidor racional busca, dado um nível de risco, maximizar o retorno esperado, conceito denominado de carteira eficiente. Primeiramente, apoiado nos trabalhos anteriores já citados, como Pinheiro, Zanon e Dantas (2009), Mattos, Fabio Lanhoso (2000) e Silveira e Barros (2010) será proposta a construção de diferentes estratégias para carteiras de investimentos. Foram selecionados ativos de diferentes classes para a composição das carteiras, usando-se o critério de diversificação.

Markowitz (1952) sintetiza que o retorno esperado de um portfólio é formado pela média ponderada dos retornos esperados de cada ativo individual ponderado pelo peso de cada ativo dentro do portfólio.

O retorno líquido simples de cada ativo entre $t - 1$ e t , R_{it} , é dado por:

$$R_{it} = \frac{P_{it}}{P_{it-1}} - 1 \quad (1)$$

onde P_{it} e P_{it-1} representam os preços do ativo i nos períodos t e $t - 1$, respectivamente.

A esperança do retorno, estimada pela média amostral dos retornos diários, foi obtida por:

$$\bar{R}_i = \frac{\sum_{t=1}^T R_{it}}{T} \quad (2)$$

Para o cálculo da medida de volatilidade dos ativos, foi utilizado o do desvio-padrão amostral, dado por:

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)^2}{T-1}} \quad (3)$$

Para calcular a correlação entre os ativos, foi utilizado a correlação amostral de Pearson dos retornos dos títulos, $Corr_{ij}$, representada por:

$$Corr_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)(R_{jt} - \bar{R}_j)}{\sqrt{\sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)^2} \sqrt{\sum_{t=1}^T (R_{jt} - \bar{R}_j)^2}} \quad (4)$$

Dado os cálculos das métricas de retorno e risco para cada ativo, a performance no período analisado é calculada mediante a razão de Sharpe (RS):

$$RS = \frac{\bar{R}_i - R_f}{S_i} \quad (5)$$

Para *proxy* da taxa livre de risco, R_f , foi utilizado o retorno da caderneta de poupança no período analisado.

Diante das métricas de retorno e risco, pode-se concluir que o retorno esperado de um portfólio composto por n ativos é dado pela equação:

$$E(R_\rho) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) \quad (6)$$

onde, como informado anteriormente, $E(R_i)$ será estimada através da média amostral e w_i representa os pesos dos ativos na carteira. Adicionamos as restrições de que os pesos devem ser não negativos e que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (7)$$

Outro fator importante na análise de Markowitz consiste em observar a covariância de cada uma das opções de investimento com todas as outras, levando assim a um nível de relação entre os pares dos ativos. O risco de um ativo pode ser medido através de sua variância, expressa por:

$$\sigma_i^2 = E(R_i - E(R_i))^2 \quad (8)$$

A variância acima será estimada por sua contraparte amostral. Podemos representar o risco do portfólio com a seguinte equação:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} w_j w_i =$$

$$[w_1 w_2 \dots w_n] \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \dots & \sigma_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \dots & \sigma_n^2 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = w' \Sigma w \quad (9)$$

De posse dos dados, são calculados o retorno do período e desvio-padrão com intuito de comparar os ativos de forma individual para verificar as propriedades de risco-retorno entre as diferentes classes de ativos da amostra usando-se diferentes pesos para cada ativo conforme explicado na seção a seguir.

4. DADOS

Foram coletados dados diários sobre poupança, obtidos do Banco Central do Brasil, sobre ações e fundos imobiliários, negociados na B3 e usando-se como *proxy* o Índice Bovespa e o IFIX, respectivamente, sobre títulos de renda fixa, coletados da Anbima e representados pelo IMA-B, e dados sobre *commodities* agrícolas, representados pelos contratos futuros de boi gordo e milho, coletados da Bolsa de Mercadorias e Futuros. A Tabela 1, em anexo, sintetiza a base de dados utilizada nesse trabalho. O período está compreendido de 19 de maio de 2017 a 29 de outubro de 2021.

A escolha dessa janela de tempo está relacionada ao ciclo de mercado que o período vivenciou, encontra-se uma acentuada queda na taxa básica de juros das economias globais acarretadas principalmente pelas medidas políticas e econômicas de países em resposta à pandemia, como, por exemplo, estímulos monetários, operações e financiamento de liquidez e estímulos fiscais. Dentre elas, estão a diminuição das taxas básicas de juros em prol do fomento da economia que flexibilizou o espaço dos investimentos alternativos dentro dos portfólios dos investidores. Por isso, o presente trabalho realiza a análise em duas janelas de tempo diferentes para analisar também o retorno dos investimentos com impacto da queda das taxas básicas de juros na estratégia selecionada. .

Portanto, nos últimos anos, podemos visualizar, no Gráfico 1, que a taxa Selic segue em menores patamares históricos. De acordo com as principais conjunturas econômicas mundiais, as quedas sucessivas foram agravadas também por conta da crise do novo Coronavírus, que, segundo a Ata da 231ª Reunião do Comitê de Política Monetária (Copom), acarretou uma desaceleração significativa do crescimento global. A diminuição da taxa básica de juros foi utilizada em vários países em prol do favorecimento do aquecimento das economias.

A Selic apresenta uma tendência de baixa dentro do período analisado. Diversos fatores foram determinantes para o movimento da Selic, principalmente em períodos de crise em que a política de estímulos à economia foi realizada com maior vigor. Entretanto, pode-se observar que no período de 2016 a 2020 a taxa

básica de juros apresentou uma queda acentuada. Em termos de escolha de ativos, isso levou o investidor a buscar maior risco para compor seu portfólio, diminuindo a demanda por títulos de menor volatilidade. A aderência dos investidores a um maior risco em detrimento de um melhor retorno é um dos fatores que podem ser decisivos no incremento da estratégia de commodities dentro dos portfólios.

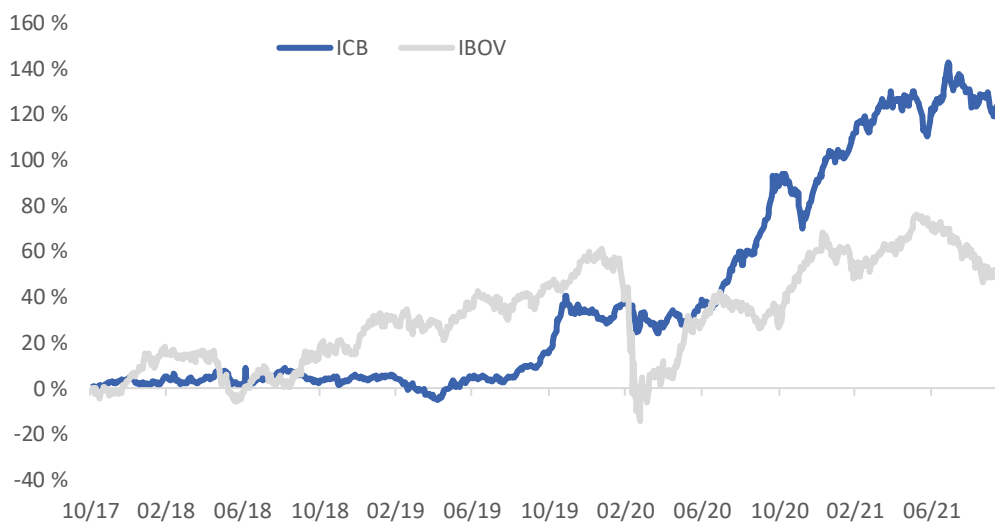
Gráfico 1 – Série História Taxa Básica de Juros - Selic



Fonte: Portal de Dados abertos BACEN

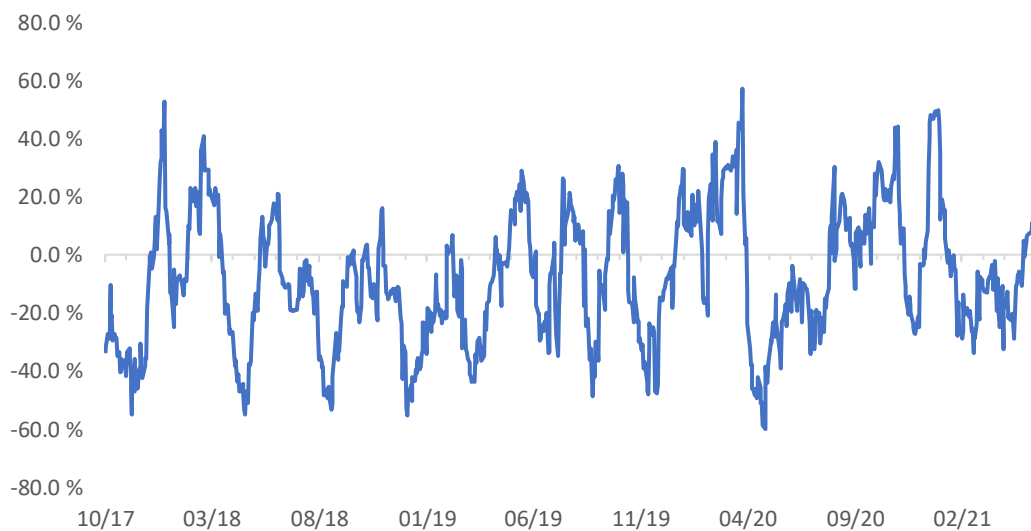
Percebe-se que a diminuição da taxa básica de juros da economia no período analisado pode indicar que o investidor procure ativos que possam agregar retornos mais atrativos. No âmbito de proteção e diversificação de portfólio, como a pesquisa em questão trata, pode-se perceber que, de acordo com o comportamento dos preços das commodities agrícolas, representadas no Gráfico 2, existe uma baixa correlação entre *equities* e os ativos estudados nessa pesquisa.

O Índice de Commodities Brasil (ICB) serve como referência para análise dos negócios atrelados às *commodities* e o IBOV representa as ações. Podemos observar que diante dos dados apresentados, as variáveis apresentam comportamentos divergentes, o que pode indicar baixa correlação entre si.

Gráfico 2 – Retorno acumulado ICB x IBOV

Fonte : Elaboração Própria

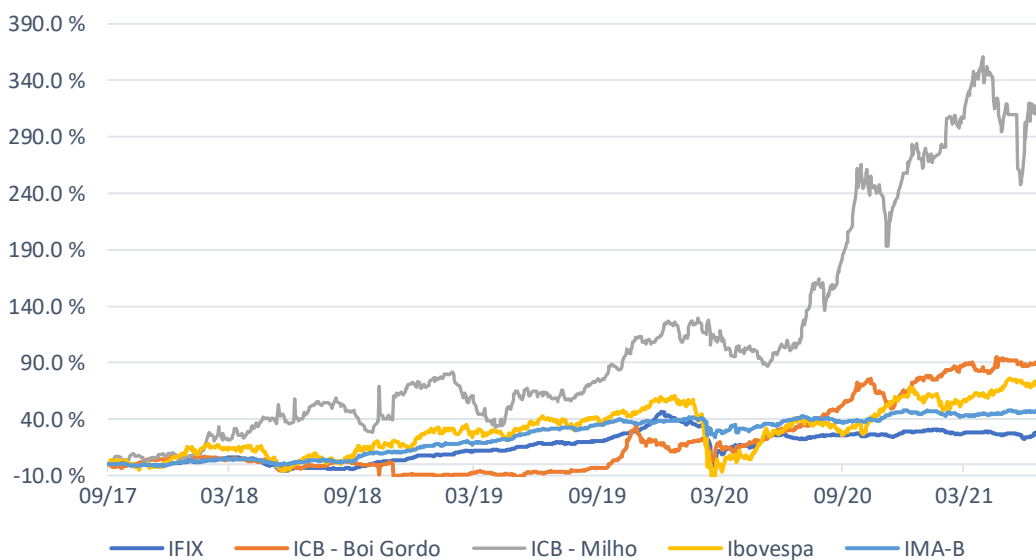
O Gráfico 3 apresenta as correlações entre o ICB e o IBOV. Entre 2017 e 2021, observa-se que existe uma correção negativa entre variáveis para a maior parte dos dados do intervalo. As correlações apresentam uma média de -7,27%.

Gráfico 3 - Janela de Correlação ICB - IBOV

Fonte : Elaboração Própria

O Gráfico 4 apresenta o retorno acumulado dos contratos futuros de boi gordo e milho por *proxies* dadas por ICB–Boi Gordo e ICB-Milho, respectivamente.

Gráfico 4 – Comparação de Retorno Acumulado dos Índices



Fonte 1: Elaboração Própria

Diante das evidências apresentadas, pode-se sugerir que os contratos futuros possam ser incluídos nos portfólios dos investidores em busca de retornos não correlacionados com os demais ativos e de uma diminuição do risco da carteira. O presente trabalho avalia se, em mercados onde a taxa básica de juros não entrega ao investidor retornos maiores que a inflação, a adição de ativos mais arriscados, representados por contratos futuros e que tenham correlação negativa com mercado acionário, podem ser eficientes na relação de risco-retorno da carteira.

Os trabalhos anteriores que utilizam a mesma abordagem, que foram realizados utilizando o cenário econômico brasileiro, tem como característica a análise em um período que a taxa básica era elevada, distorcendo a comparação de risco retorno dos portfólios com a inclusão da estratégia de contratos futuros.

Os contratos futuros são negociados por meio de datas de vencimento, onde cada contrato em particular apresenta um prazo para o fim de sua negociação. Os derivativos selecionados para compor os portfólios são das duas principais commodities negociadas na B3: milho e boi gordo.

Entretanto, parte das negociações desses ativos ocorre nos períodos de safra e entressafra para o milho. Já em relação ao boi gordo, a maioria das negociações ocorre nos meses de maio e outubro. Os meses de maior negociação são derivados da estratégia do desenvolvimento do boi. Tomamos como exemplo, um especulador de gado, que adquire contratos de boi gordo (BGI) em maio. Nesse período, o ativo bovino está em processo de crescimento adquirindo as arrobas necessárias para que seja abatido e comercializado. Dessa forma, o especulador irá realizar a venda em outubro, assegurando o preço adquirido em maio e evitando os riscos de oscilações de preços. A dinâmica das safras pode ser resumida pela tabela a seguir:

Tabela 1 – Blocos de Safra e Entressafra

Commodities	Safra	Pico de safra	Entressafra	Pico de entressafra
Boi	Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho	Maio	Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro, Dezembro	Outubro
Milho	Março, Maio	Maio	Janeiro, Julho, Agosto, Setembro, novembro	Setembro

Fonte: Research BTG S.A

Devido a maior negociabilidade dos contratos nos picos de safra e entressafra, para as variáveis boi gordo (BGI) e milho com liquidação financeiro (CCM), utilizou-se somente os contratos que possuem vencimento nos picos de safra e picos de entressafra.

Os contratos futuros são compromissos de compra ou venda de um determinado ativo com prazo de vencimento estabelecido, onde não é necessária a liquidação de recursos financeiros para possuir o título. O pagamento pelo papel só será realizado na venda ou no vencimento do contrato e será proporcional a seu retorno. O sistema de contratos opera por meio das garantias que são exigidas

nos termos da negociação. Essa margem de garantia, é calculada pela B3 diariamente e informada ao mercado de acordo com o contrato que ela está atrelada.

Com isso, o mercado futuro funciona como um mecanismo de alavancagem das garantias que o indivíduo possui dentro do mercado. Já os retornos financeiros, são oriundos dos ajustes diários. Como não há troca efetiva de ativos nos contratos futuros, os ajustes diários são os resultados de suas operações do ativo dia após dia. Ou seja, o resultado do dia para o investidor é a diferença entre o preço de ajuste anterior e o preço de ajuste de fechamento do dia.

Os processos de alavancagem podem comprometer as relações de risco e retorno do ativo dentro de seu portfólio e, para este trabalho, essa dinâmica não é adotada. Igualmente em Bodie e Rosansky (1980), a análise visa a inserção de contratos adotando o retorno integral da estratégia, anulando a possibilidade de alavancagem do patrimônio.

Tendo em vista o impacto da crise do Covid-19 nos preços e na volatilidade das commodities de uma forma geral, optou-se por aplicar diferentes estratégias de acordo com os períodos disponíveis. Primeiramente, uma análise de 2017 a 2021, dividindo-se em duas janelas explicadas a seguir, dos retornos dos contratos antes do período de eclosão da pandemia e outro após. Em seguida, uma análise de 2018 a 2020, também dividindo-se em duas janelas, sendo este considerado o período de maior impacto da Covid-19 na economia global.

Para operacionalizar a simulação dos portfólios, e adaptar a série histórica dos retornos dos contratos futuros de vencimentos de maior liquidez. Foi realizado o seguinte procedimento:

1. Compra do contrato futuro de maior volumetria de negócios, no início de sua negociação;
2. Na rolagem dos contratos, o contrato de vencimento próximo é vendido, e é adquirido o contrato de liquidação seguinte que tenha o maior volume de negociação, realizando a manutenção da estratégia.

3. Na última rolagem de contratos do período analisado é realizada a venda definitiva do ativo e apurado a rentabilidade do período analisado para ambas as estratégias.

Dessa forma, para a amostra de contratos futuros agrícolas, foram utilizados os preços de ajustes dos ativos de diferentes vencimentos. Entretanto, somente os contratos futuros de maior liquidez diária e com maior volume de negociação foram aptos a análise. Apenas os derivativos de boi gordo (BGI) e milho com liquidação financeiro (CCM) foram elegíveis para a aplicação da estratégia. Além dos preços de fechamento, foram coletados os volumes de negociações diários de cada contrato futuro selecionado, para determinar se o volume de negociação daquele contrato se manteve o mais negociado dentro do período que ele estava inserido na estratégia.

A amostra de dados elegível para aplicação da primeira estratégia compreende o período das janelas de novembro de 2017 a outubro de 2019 (pré-pandemia) e de novembro de 2019 a outubro de 2021 (pandemia). Já no estudo da segunda estratégia, utilizou-se a janela de tempo menor, de novembro de 2018 a outubro de 2019 e outra de novembro de 2019 a outubro de 2020, conforme as Tabelas 2 e 3 a seguir:

Tabela 2 : Primeira Estratégia – Número de Observações

Ativos	Início da Amostra	Final da Amostra	Número de Observações
BGI	Nov /17	Out /19	476
BGI	Nov /19	Out /21	574
CMM	Nov /17	Out /19	420
CMM	Nov /19	Out /21	487
Total			1957

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3 – Segunda Estratégia – Número de Observações

Ativos	Início da Amostra	Final da Amostra	Número de Observações
BGI	Nov /18	Out /19	247
BGI	Nov /19	Out /20	230
CMM	Nov /18	Out /19	215
CMM	Nov /19	Out /20	248
Total			940

Fonte: Elaborado pelo autor

Diante da premissa de buscar o portfólio de maximização do retorno, utilizou-se uma técnica de diferentes combinações de pesos respeitando-se os critérios de pesos não-negativos e soma unitária, com intuito de encontrar os pesos ideais de maximização do retorno. Foram realizados os seguintes passos:

- i) Cálculo das estatísticas das medidas de média e variância das variáveis;
- ii) Construção dos portfólios, considerando cada *commodity*, definindo os possíveis valores máximos para os pesos dos ativos no portfólio;
- iii) Realizou-se 10.000 simulações de valores aleatórios para os pesos da carteira, obtendo-se diferentes resultados de risco e retorno dos portfólios; e
- iv) Foram escolhidas as carteiras ótimas que apresentam menores valores de volatilidade e maiores valores de retorno esperado.

A seção a seguir apresenta os resultados.

5. RESULTADOS

Conforme mencionado, o estudo tem o objetivo de realizar a análise em diferentes janelas de tempo com intuito de verificar também o impacto da crise da Covid-19 no retorno dos ativos selecionados. Dessa forma, é possível observar na Tabela 4 a média dos retornos mensais das variáveis, considerando a primeira estratégia (amostra completa):

Tabela 4 - Retorno Mensal Médio dos ativos no período de 2017 a 2021

Período	BGI	CCMI	IBOV	IFIX	IMA-B
Nov/17 - Out/19	0,8 5%	-	2,24%	1,49%	2,23%
Nov/19 - Out/21	1,84%	-	-0,01%	-0,38%	0,04%
Out/17 - Set/19	-	1,21%	2,05%	1,18%	1,99%
Out/19 - Set/21	-	5,24%	0,37%	0,45%	1,10%

Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se verificar que, durante o período de pandemia, segunda janela, houve, na média, retornos mensais menos expressivos para os ativos, excluindo-se as *commodities*, em comparação com o biênio de 2017 e 2019. Por exemplo, na janela de janeiro de 2019 a setembro de 2021, o Ibovespa e o IMA-B apresentaram rentabilidades mensais médias de 0,38% e 1,13%, respectivamente. Por outro lado, o contrato de milho futuro apresentou o maior retorno mensal médio da amostra com um ganho de 5,39% ao mês.

No período de outubro de 2017 a setembro de 2019, observamos uma maior homogeneidade entre os retornos dos ativos da amostra, já que este período não foi marcado por crises e os mercados possuíam taxas de juros mais atrativas para o investidor, refletindo, assim, retornos mais elevados do índice IMA-B e retornos mais contraídos dos contratos futuros de boi gordo e de milho.

Para a análise anual do período de 2018 a 2020, segunda estratégia, podemos observar na Tabela 5 que durante o período antes da pandemia, os índices IMA-B e IBOVESPA e IFIX apresentaram retornos mensais médios acima das demais variáveis.

Entretanto, na comparação da análise de 2020, período que a pandemia resultou em uma instabilidade econômica global, os investimentos em ações e fundos imobiliários apresentaram em sua maioria retornos negativos, principalmente pelas conjunturas econômicas já apresentadas. Devido ao choque transitório nos preços das commodities agrícolas durante a fase da pandemia, estas apresentaram retornos positivos elevados em comparação com os demais ativos. Esse comportamento atípico constitui uma série de choques de curta duração na oferta e demanda dos ativos refletindo-se nos seus preços, conforme citado no estudo do Special Focus - Persistence of Commodity Stocks (World Bank, 2020).

Tabela 5 - Retorno Mensal Médio dos ativos no período de 2018 a 2020

Período	BGI	CCMI	IBOV	IFIX	IMA-B
Nov/18 - Out/19	1,37%	-	1,45%	2,06%	1,29%
Nov/19 - Out/20	2,05%	-	-0,55%	-0,76%	0,40%
Out/18 - Set/19	-	0,36%	3,8%	3,20%	3,63%
Out/19 - Set/20	-	5,34%	-2,06%	0,23%	0,17%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tendo em vista as diferentes formações de preços das ações e dos produtos agrícolas, podemos verificar que, segundo a Tabela 6, há baixa correlação ou correlação negativa entre os contratos futuros e os outros ativos. Esse resultado indica que o investidor pode reduzir o risco de sua carteira por meio da combinação dos ativos apresentados através de alguma estratégia de *hedge*.

Tabela 6 – Matriz de correlação análise anual dos retornos

Período	Contratos	IBOV	IFIX	IMAB
2018 - 2019	BGI	-0,019	-0,074	-0,022
2019 - 2021	BGI	0,172	0,271	0,066
2018 - 2019	CCM	0,110	-0,052	-0,144
2019 - 2021	CCM	0,036	-0,039	-0,196

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir da análise de retorno e correlação dos contratos futuros de boi gordo e milho com o IBOVESPA, IFIX e IMA-B foi possível verificar a participação de contrato futuro dentro de um portfólio. A simulação realizada com uma variedade de possíveis pesos visou reduzir a variância da carteira e aumentar o seu retorno, por meio da maximização do índice de performance do portfólio. No trabalho foi utilizado o índice de Sharpe para tal análise.

É importante salientar que a utilização dos contratos futuros nas carteiras foi com objetivo de proporcionar diversificação na carteira de investimentos. É importante mencionar que não foi realizado nenhum tipo de alavancagem das carteiras. Conjuntamente com o sorteio de pesos de cada ativo dentro da carteira, adicionou-se restrições acerca dos mesmos, restringindo-os ao intervalo de zero a um e o somatório a no máximo 1 para evitar que ocorram simulações com posições maiores do que o portfólio permite.

Considerando-se a análise da primeira estratégia, correspondente ao período de 2017-2021, podemos observar, na Tabela 7, que os contratos futuros de boi gordo e de milho, no período de 2019-2021, apresentaram maior peso. Isso vai de encontro com os resultados da Tabela 4, dado que apresentaram maior rentabilidade média. Durante o período em que a pandemia influenciava no ciclo de oferta e demanda dos preços, os retornos dos contratos futuros tiveram maior peso nas simulações foram o que tiveram melhor desempenho segundo o índice de Sharpe das carteiras comparados com outros ativos.

Tabela 7 – Resultados dos Portfólios Ótimos para o Período 2017-2021

Contrato	Retorno a.m	Volatilidade a.m	Contrato	IBOV	IFIX	IMA-B
BGI - 2017/2019	2,19%	18,94%	1,80%	92,46%	3,76%	1,98%
BGI - 2019/2021	1,63%	30,78%	88,37%	6,08%	0,14%	4,80%
CCMI - 2017/2019	1,98%	20,02%	4,67%	88,97%	3,03%	3,33%
CCMI -2019/2021	4,54%	23,08%	85,17%	11,36%	0,27%	3,20%

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a segunda estratégia, na maximização do Índice de Sharpe da Carteira foi possível verificar que, de acordo com a Tabela 8, os contratos futuros de boi gordo e milho tiveram maior peso na composição de três das quatro carteiras ótimas formadas. Observa-se aqui que os contratos das commodities tiveram rentabilidades médias melhores que dos outros ativos na janela 2019/2020, como indicado na Tabela 5. No período de 2018/2019, o contrato de boi gordo teve a menor rentabilidade média, porém a carteira indicada para o período apresenta o contrato dessa *commodity* com o maior peso entre os quatro ativos.

Tabela 8 – Resultados dos Portfólios com a inserção de contratos futuros

Contrato	Retorno a.m	Volatilidade a.m	Contrato	IBOV	IFIX	IMA-B
BGI - 2018/2019	1,38%	15,69%	89,08%	9,67%	0,33%	0,92%
BGI - 2019/2020	1,87%	28,93%	93,28%	6,70%	0,01%	0,15%
CCMI -2018/2019	3,67%	19,70%	3,28%	89,39%	7,24%	0,09%
CCMI -2019/2020	4,72%	23,18%	90,75%	6,56%	2,00%	0,69%

Fonte: Elaborado pelo autor

Em comparação com os retornos e volatilidades, pode-se perceber que o contrato de boi gordo no período de novembro de 2018 e outubro de 2019 apresentou retorno médio mensal de 1,27% ao mês, com volatilidade de 1,84%, compondo um peso de 88,75% da carteira.

Nessa escolha de portfólio ótimo, com a maximização do índice de Sharpe, a maior composição das commodities no portfólio pode sugerir que estão alinhados com os estudos citados anteriormente, como, Daskalaki & Skiadopoulos (2011) e Belousova & Dorfleitner (2012), pois, nesse caso, a formação dos preços das *commodities* foi divergente com os dos demais ativos, o que permitiu com que estas tivessem um retorno mais atraente para o investidor.

Portanto, entre os oito cenários considerados, cinco carteiras tiveram uma adição elevada de contratos futuros agropecuários para composição. Isso sugere que nos períodos analisados, seja bienal ou anual e, principalmente no tangente da pandemia, foi possível observar uma adição de retorno e diminuição da volatilidade na composição das carteiras compostas por posições compradas em boi gordo e milho com risco inferior as das classes de ativos individuais. Entretanto, alguns períodos de alta volatilidade dos preços dos contratos e baixa rentabilidade foram responsáveis pela menor eficiência desses ativos acarretando um menor percentual de participação na construção do portfólio.

6. CONCLUSÃO

Portanto, o trabalho em questão teve o objetivo de analisar a introdução de contratos futuros agropecuários como forma de diversificação em portfólios de investimentos. Por meio, da análise dos retornos esperados e da volatilidade ativos selecionados. Diante do exposto e, principalmente de encontro com os estudos anteriores, seja no mercado internacional ou nacional, as análises realizadas nessa monografia contemplam a ideia de que a presença de futuros agropecuários na composição de portfólios, quando utilizados com outras classes de ativos de ações, renda fixa e imobiliários, podem gerar uma maior diversificação da carteira. O estudo teve como base os trabalhos científicos de Markowitz (1952), onde a

combinação de ativos não correlacionados pode agregar na relação risco-retorno dos portfólios.

Trabalhos anteriores como Pinheiro, Zanon e Dantas (2019) e Silveira e Barros (2010), tem seus resultados pouco significativos, principalmente pela elevada política de taxa de juros e inflação, que, quando inseridos nas análises de performance, impedem os resultados da análise de adição dos contratos futuros. Dessa forma não se obtém resultados concretos sobre a estratégia proposta.

No presente trabalho, dentro dos períodos analisados tanto bienal como anual, verificou-se que principalmente no período entre 2019-2021 onde a pandemia foi um fator de choques dos preços dos ativos internacionais, a presença de futuros agropecuários dentro de portfólios agregou no desempenho deles. Os contratos apresentaram elevados pesos, nas carteiras, diminuindo a volatilidade dos portfólios e compondo o retorno em períodos que os títulos de renda fixa não são capazes de superar as outras estratégias e que a performance dos ativos de ações não era eficiente na relação risco-retorno.

Também é válido observar que o presente trabalho realizou uma análise do retorno das posições compradas dos contratos futuros de maior liquidez nos vencimentos de maior negociação e não foram considerados outros contratos futuros de prazos diferentes. Além disso, no vencimento e liquidação dos contratos, foi realizada uma média ponderada dos preços para viabilizar a utilização da estratégia e verificar a capacidade desses ativos na composição dos portfólios.

Para futuras pesquisas, que englobam o tema de capacidade da inserção de contratos futuros em portfólios de investimento, sugerem-se aprofundar a análise acerca do operacional da aquisição dos ativos e levar em consideração os custos operacionais dos derivativos, como a margem de garantia. Além disso, é válido também levar em consideração a possibilidade de alavancagem nesse mercado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANBIMA, Anbima Data, 2022. Disponível em: < <https://data.anbima.com.br/>>. Acesso em: 15 de jul. de 2022

ASSAF NETO, A. **Mercado Financeiro**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BANSAL, Y., KUMAR, S., & VERMA, P. Commodity Futures in Portfolio Diversification: Impact on Investor's Utility. **Global Business and Management Research: An International Journal**, [s. l], 2014.

BODIE, Z.; ROSANKY, V.I. Risk and Return in Commodity Futures. **Financial Analysts Journal**, [s. l], 1980.

BACEN, SGS - Sistema Gerenciador de Séries Temporais, 2022. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries> . Acesso em: 15 de jul. de 2022

B3, Market Data e Índices, 2022. Disponível em: < https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/derivativos/resumo-estatistico/sistema-pregao/>. Acesso em: 15 de jul. de 2022

B3, Market Data e Índices, 2022. 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: 15 de jul. de 2022

BTG, De Olho nas commodities, 2022. Disponível em: <https://www.btgpactualdigital.com/analises/area-do-trader/4407>. Acesso em: 15 de jul. de 2022

CVM, Portal de Dados Abertos, 2022. Disponível em: < <https://dados.cvm.gov.br/>>
Acesso em: 15 de jul. de 2022

COPOM, Atas da 231º Comitê de Política Monetária. **Banco Central**, Brasília, 23 de jun. de 2020. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/atascopom>.
Acesso em: 20 de jul. de 2022

CRUZ; WALLACY, L. V.; REIS, M.C.; PINHO, F.M. Investimento em Contratos Futuros de Commodities: uma análise quanto ao risco e retorno. **Revista de Finanças Aplicadas**, [S.l.], 2013.

DASKALAKI; CHAROULA; SKIADOPOULOS; GEORGE. Should investors include commodities in their portfolios after new evidence. **Journal of Banking & Finance**. [S.l.], 2011.

ERB; CLAUDE, B.; HARVEY, C. R. The Tactical and Strategic Value of Commodity Futures. [S.l.], 2006.

EMBRAPA, Agro brasileiro alimenta 800 milhões de pessoas, **EMBRAPA**, 04 de Março DE 2021. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/59784047/o-agro-brasileiro-alimenta-800-milhoes-de-pessoas-diz-estudo-da-embrapa>>. Acesso em: 20 de jul. de 2022

JENSEN, G.R.; JOHNSON, R.R., MERCER, J.M. Efficient Use of Commodity Futures in Diversified Portfolios. **Journal of Futures Markets**. [S.l.], 2000

MARKOWITZ, H.M., Portfolio Selection: Efficient diversification of Investments, **Yale University Press**. [S.l.], 1959

MARKOWITZ, H.M. (1952), **The Journal of Finance Vol. 7, No. 1**. [S.l.], 1952

MATTOS, F.L. Utilização de contratos futuros agropecuários em carteiras de investimentos: uma análise de viabilidade, [S.l.], 2000.

PINHEIRO, M.C.; ZANON, A. R. M.; DANTAS, J. A.; FERNANDES, B. V. R. Utilização de Contratos Futuros de Commodities como Forma de Otimizar Carteiras de Investimentos do Mercado Brasileiro. **Revista Evidenciação Contábil & Finanças**. [S.l.], 2019

RUSSI, Ana. Taxa Selic cai para 2% ao ano, a menor da história, com novo corte de 0,25 ponto. **CNN Brasil Business**, Brasília, 05 de ago. de 2020. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/em-nova-reducao-de-0-25-ponto-taxa-selic-cai-para-2-ao-ano/>>. Acesso em: 20 de jul. de 2022.

SILVEIRA, R.L.F. Uma análise da alocação de contratos futuros sobre commodities em portfólios diversificados. 2008. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SHARPE, W.F. Integrated Asset Allocation, **Financial Analysts Journal**, Vol 43 No.5, pp. 25–32., [S.l.], 1987

SGAVIOLI, Rodrigo; SODRÉ, Clara; SÁ, Nathália. Investimentos Alternativos: uma nova classe sofisticada para todos **XP Expert**, São Paulo, 01 de fev. de 2022. Disponível em: <<https://conteudos.xpi.com.br/guia-de-investimentos/relatorios/investimentos-alternativos-uma-nova-classe-sofisticada-para-todos>>. Acesso em: 20 de jul. de 2022.

8. Anexo

Anexo 1 – Descrição das Variáveis

Ativo	Representação	Fonte
Poupança	Aplicação de renda fixa que é utilizada como ativo livre de risco.	SGS/BACEN
Ações	Ibovespa como proxy para carteira de ações.	B3
Renda Fixa	IMA -B, carteira de títulos públicos indexados ao IPCA (NTN-B).	Anbima
Commodities Agrícolas	Contratos futuros de boi gordo (BGI); milho (CCM).	BM&F - Bolsa de Mercadorias e Futuros
Fundos imobiliários	IFIX é o resultado de uma carteira teórica de ativos imobiliários.	B3

Fonte: Elaboração Própria