



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE ECONOMIA

MÁRCIO ESTEVÃO MIRANDA BORGES

CONTRATOS FUTUROS DE *COMMODITIES* AGROPECUÁRIAS EM CARTEIRAS DE  
INVESTIMENTOS: UMA ANÁLISE DE DESEMPENHO

CAMPINAS

2020



MÁRCIO ESTEVÃO MIRANDA BORGES

CONTRATOS FUTUROS DE *COMMODITIES* AGROPECUÁRIAS EM CARTEIRAS DE  
INVESTIMENTOS: UMA ANÁLISE DE DESEMPENHO

Monografia apresentada para a obtenção do título de Bacharelado em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Dr. Rodrigo Lanna Franco da Silveira

CAMPINAS

2020

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	3
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>1. INVESTIMENTOS NO MERCADO FINANCEIRO</b> .....	6
1.1 Carteiras de investimento e tipos de produtos financeiros .....	6
1.2 Panorama dos investimentos no mercado brasileiro .....	7
1.3 Mercado de derivativos .....	9
<b>2. TEORIA DO PORTFÓLIO E DERIVATIVOS AGROPECUÁRIOS NA DIVERSIFICAÇÃO DE CARTEIRAS</b> .....	14
2.1 Teoria do portfolio .....	14
2.2 Derivativos agropecuários na diversificação de carteiras .....	17
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	20
3.1 Dados do estudo .....	20
3.2 Value-at-Risk (VaR) .....	26
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28
4.1 Análise do retorno e risco das diferentes carteiras simuladas .....	28
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	37
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	39

# **CONTRATOS FUTUROS DE *COMMODITIES* AGROPECUÁRIAS EM CARTEIRAS DE INVESTIMENTOS: UMA ANÁLISE DE DESEMPENHO**

## **RESUMO**

Este estudo tem como objetivo analisar o impacto da introdução de contratos futuros de commodities agropecuárias (de boi gordo, café arábica e milho), negociados na B3, no risco e retorno de uma carteira diversificada de investimentos. Para atingir este objetivo, o estudo utiliza o método de Value-at-Risk (VaR) para o período de janeiro de 2010 a março de 2020, obtendo e comparando as máximas perdas potenciais de oito carteiras de investimento – a primeira caracterizada por investimentos tradicionais (formada por ações, títulos públicos e dólar) e as outras com a inserção de contratos futuros agropecuários no portfólio inicial. Como resultado, o estudo conclui que somente a inclusão de contratos futuros de milho, ou contratos futuros de milho e boi (simultaneamente), gera melhorias de desempenho da carteira tradicional de investimentos formada por ações, títulos e investimentos atrelados à taxa de câmbio. A inclusão de contratos futuros de boi, ou contratos futuros de café, milho e boi permitem uma diminuição no risco da carteira, apesar de não gerarem melhorias no retorno.

**Palavras-chaves:** commodities agropecuárias, carteira de investimentos, diversificação, Value-at-Risk.

## INTRODUÇÃO

As transações realizadas em uma economia de mercado podem ser classificadas, de forma geral, em dois tipos. A primeira tem base nas operações *spot*, em que a liquidação é imediata, existindo o pagamento e entrega do ativo. A segunda consiste nas operações futuras, em que se acerta no presente a entrega de um ativo para liquidação futura. Tais transações podem ser instrumentalizadas por meio dos contratos de derivativos. Neste sentido, um derivativo corresponde a um contrato de liquidação futura, sendo o preço previamente estabelecido entre os agentes. Observa-se, no mercado financeiro, diferentes tipos de derivativos, tais como contratos a termo, futuros, de opções e swaps (Hull, 1996).

Bessada et al. (2005, p. 20) observam que “os derivativos são contratos, negociados em bolsa ou não, em que uma das partes assume o risco de outra por um determinado período e cujo preço é derivado de preço de um ativo financeiro ou commodity”. Assim, estes podem ser financeiros (derivativos sobre taxas de juros, moedas, ações e índices) ou não-financeiros (como os derivativos sobre commodities agropecuárias, metais e energia).

Estes papéis têm assumido crescente importância no mercado financeiro. De um lado, disponibilizam um meio de realizar a gestão do risco de preço de diferentes ativos, tais como commodities, taxa de juros, taxa de câmbio, índices de ações, entre outros. Por outro lado, permitem que sejam utilizados em carteiras de investimento, com o objetivo de obter ganhos financeiros a partir da oscilação das cotações.

Analisando especificamente os derivativos sobre commodities agropecuárias, estudos recentes, tais como Daskalaki et al. (2016), Kabir (2017) e Gao e Nardari (2018), têm apontado que os retornos desses papéis apresentam, em geral, uma baixa correlação com outros ativos financeiros, como ações e títulos de renda fixa. Isso acontece porque a formação de seus preços é bem distinta daqueles que incidem sobre a cotação dos ativos citados. Dessa forma, a incorporação de futuros de commodities agropecuárias em carteiras tem o potencial de reduzir o risco de investimento. Por outro lado, não existe consenso a respeito do impacto positivo da introdução destes papéis no retorno da carteira.

No Brasil, Silveira e Barros (2010) e Costa e Piacenti (2008) exploraram tal temática. O primeiro trabalho concluiu que, isoladamente, os contratos futuros agropecuários não se

constituíram em boas opções de investimento no período 1994-2007. No entanto, os autores observaram melhorias na performance das carteiras quando os contratos futuros de commodities foram utilizados em estratégias com dois anos de prazo. O segundo estudo, por sua vez, obteve evidências que a utilização de contratos de commodities na carteira de investimentos foi benéfica, uma vez que reduziu o risco mais que proporcionalmente ao retorno.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar o impacto da introdução de contratos futuros de commodities agropecuárias (de boi gordo, café arábica e milho), negociados na bolsa brasileira (B3), no risco e retorno de uma carteira diversificada de investimentos, sendo esta composta por ativos como ações, títulos públicos e dólar. A hipótese do estudo é que a incorporação de derivativos agropecuários em uma carteira diversificada de investimentos reduz o risco dessa carteira, uma vez que seus retornos apresentam uma baixa correlação com outros ativos financeiros como ações e títulos de renda fixa.

De forma a atingir o objetivo acima citado, o trabalho está dividido em quatro capítulos, além desta introdução e das considerações finais. O primeiro capítulo visa fazer um panorama geral dos tipos de investimento existentes no mercado financeiro. Já o segundo capítulo apresenta as premissas da Teoria do Portfólio e os resultados chegados em outros estudos relacionados ao tema deste trabalho. O terceiro capítulo procura apresentar as premissas do modelo do VaR, bem como informações sobre os dados utilizados no estudo. Por fim, o quarto capítulo apresenta os resultados obtidos neste estudo com a simulação de diferentes carteiras.

## **CAPÍTULO 1: INVESTIMENTOS NO MERCADO FINANCEIRO**

Este capítulo tem o objetivo de fazer um panorama geral dos tipos de investimentos e da evolução das aplicações realizadas no mercado nacional. Também, apresenta-se o conceito, função e aspectos operacionais do mercado de derivativos.

### **1.1 Carteiras de investimento e tipos de produtos financeiros**

Uma carteira de investimentos é um conjunto de ativos que pertencem a um investidor que pode ser uma pessoa física ou uma pessoa jurídica. Existe uma quantidade diversa de ativos negociados no mercado financeiro brasileiro. Alguns pertencem ao grupo de renda fixa e outros pertencem ao grupo de renda variável.

Um título de renda fixa representa um empréstimo de dinheiro ao emissor deste papel (banco, empresa ou Governo), recebendo, em troca uma remuneração por um determinado prazo, na forma de juros e/ou correção. As aplicações que existem nesse mercado são destinadas aos agentes com estilo conservador, ou seja, agentes que desejam ter bons retornos sem correr riscos elevados. Nesse mercado, a remuneração ou a sua forma de cálculo pode ser previamente definida no momento da aplicação (XP Investimentos, 2019).

Segundo a XP Investimentos (2019), o mercado de renda fixa é constituído por títulos pré-fixados (Tesouro prefixado, CDB prefixado, Debêntures pré fixados) e títulos pós-fixados (Tesouro IPCA e Tesouro SELIC, CDB pós fixado, Debêntures pós-fixado). Os títulos pré-fixados são aqueles em que o investidor sabe, no momento da aplicação, quanto esta renderá ao ano. Já, os títulos pós-fixados são aqueles em que a rentabilidade é corrigida por índices de inflação (Tesouro IPCA) ou pela variação da taxa Selic (Tesouro SELIC). Dentre os títulos pré-fixados e pós-fixados, alguns são públicos (por exemplo, Tesouro prefixado, Tesouro IPCA e Tesouro SELIC) e alguns são privados (por exemplo, CDB, Debêntures, CRA, CRI, LC, Letra Financeira, entre outros).

Diferente do mercado de renda fixa, os retornos dos ativos negociados no mercado de renda variável dependem de diversos fatores ligados ao desempenho esperado da empresa eminente, das condições de mercado e da evolução da economia (Neto, 2006). Por esses motivos os investimentos nestes ativos costumam ter maior risco. Porém, por outro lado,

podem apresentar maiores retornos. Uma das aplicações mais conhecidas do mercado de renda variável tem base nas ações. Segundo Assaf Neto (2006), as ações são títulos que representam a menor fração do capital social de uma empresa. Existem, ainda, nesse mercado, outras aplicações como opções, contratos futuros, fundos de investimento imobiliários, fundos multimercados, entre outros.

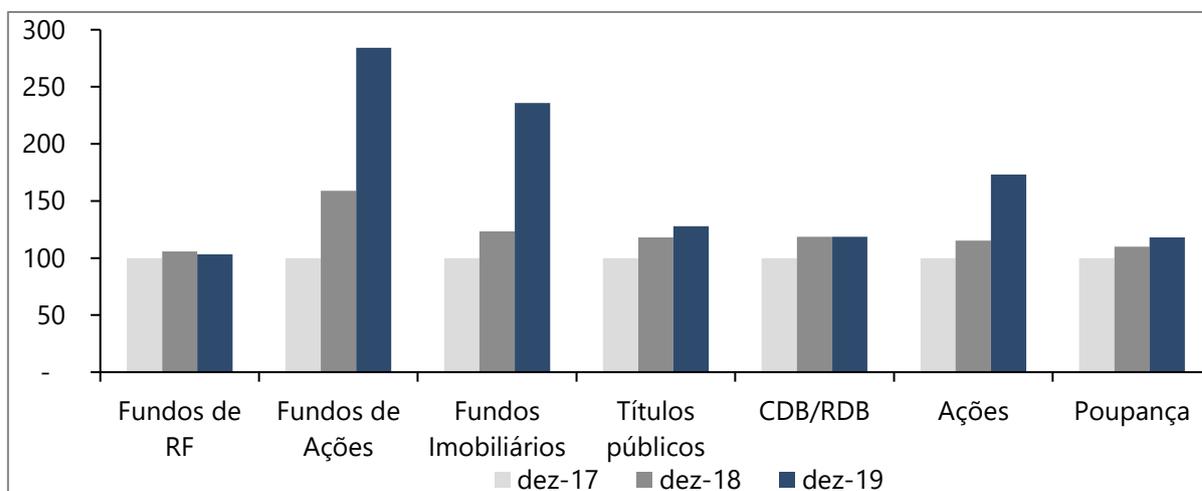
## **1.2 Panorama dos investimentos no mercado brasileiro**

Ao analisar o mercado financeiro brasileiro, houve uma intensificação do movimento de diversificação dos investimentos em produtos de maiores riscos (ações, fundos de ações e fundos imobiliários), em 2019, face à queda da taxa básica de juros da economia (SELIC). Segundo dados da Anbima – Associação Brasileira de Entidades dos Mercados Financeiros e de Capitais (Gráfico 1), em 2019, os produtos ligados à renda variável como ações, fundo de ações e fundos imobiliários, apresentaram crescimento de 73,2%, 184,1% e 135,9%, respectivamente, em relação a 2017 e, terminaram o ano com o estoque de R\$ 305 bilhões, R\$ 148 bilhões e R\$ 46 bilhões. Por outro lado, houve um crescimento bem menor dos produtos ligados à renda fixa (fundos de renda fixa, títulos públicos, CDB/RDB<sup>1</sup>) e poupança. Em 2019, houve um crescimento de apenas 3,3% para os Fundos de renda fixa, 27,9% para os títulos públicos, 18,7% para CDB e 18% para a poupança, em relação a 2017.

---

<sup>1</sup> A sigla CDB significa Certificado de Depósito Bancário; e a sigla RDB significa Recibo de Depósito Bancário.

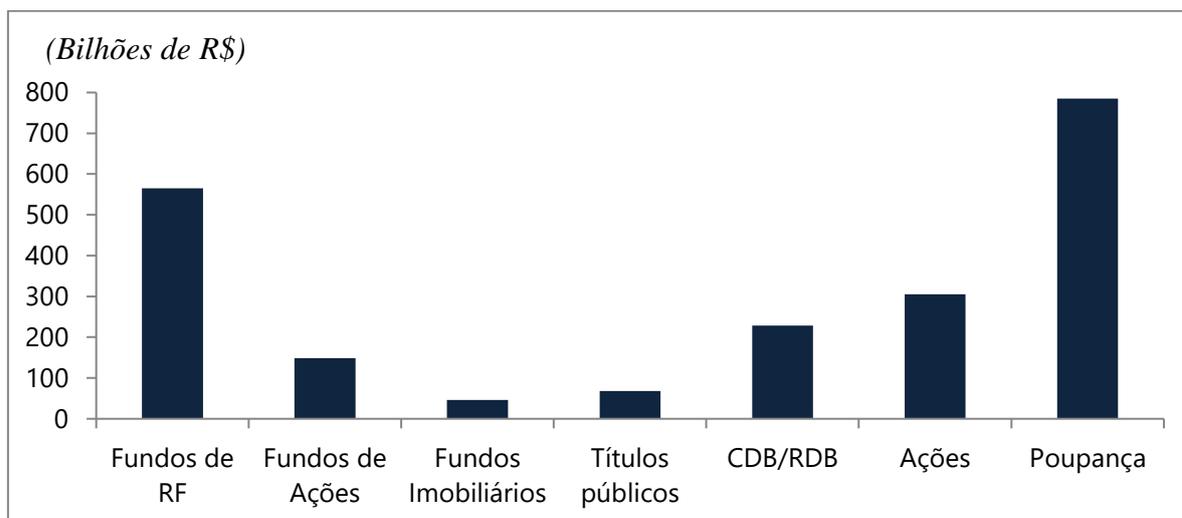
**Gráfico 1 -** Variação da distribuição dos principais produtos de investimento entre 2017 e 2019 (base 100 em 2017)



**Fonte:** Anbima. Elaboração própria

A poupança continua sendo a aplicação financeira preferida para os investidores (gráfico 2). De acordo com a segunda edição do “Raio X do Investidor Brasileiro” da Anbima (2019) – estudo quantitativo realizado com dados de 2018, coletados em entrevistas com 3.452 pessoas em todo o Brasil – cerca 88% dos investidores guardam dinheiro na caderneta de poupança, 6% optam por previdência privada, 5% preferem títulos privados e 4% têm aplicações em fundos de investimento. Isso mostra que a maior parte dos investidores prioriza a segurança financeira em detrimento do quanto seu dinheiro pode render. O estudo ainda apontou que a opção pela caderneta de poupança tem relação com a facilidade da aplicação. Além disso, a maior parte dos investidores, que transferiu as aplicações para ações, justificou tal mudança pela possibilidade de obter maior retorno.

**Gráfico 2** - Distribuição dos principais produtos de investimento em 2019



**Fonte:** Anbima. Elaboração própria

### **1.3 Mercado de derivativos**

Outro mercado, pertencente ao grupo de renda variável, que vem ganhando muita importância nos últimos anos é o mercado de derivativos. Um derivativo corresponde a um contrato de liquidação futura, sendo o preço previamente estabelecido entre os agentes. De um lado, estes papéis disponibilizam um meio de realizar a gestão do risco de preço de diferentes ativos, tais como commodities, taxa de juros, taxa de câmbio, índices de ações, entre outros. Por outro lado, permitem que as partes envolvidas na negociação assumam uma posição de especulador, com o objetivo de obter ganhos financeiros a partir da oscilação das cotações (Bessada et al.,2013).

Observam-se, no mercado financeiro, diferentes tipos de derivativos, tais como contratos a termo, futuros, opções e swaps (Hull, 1996). O contrato a termo é uma promessa de compra e venda de um ativo em que o preço e o prazo de entrega e pagamento são definidos pelas partes contratantes. Já o contrato futuro possui conceito similar, porém os papéis são padronizados, além de apresentarem um mecanismo conhecido por ajuste diário <sup>2</sup>. A opção, por sua vez, representa uma evolução dos contratos futuros, segundo Bessada et al. (2013). A diferença, como o próprio nome diz, é que numa opção o investidor adquire o

<sup>2</sup> Segundo Bessada et al. (2013), o ajuste diário é um mecanismo em que são acertadas financeiramente, no final de todo dia, as posições mantidas pelos clientes. O ajuste diário ocorre até antes da data de vencimento do contrato. Esse ajuste diário reflete as perdas ou os ganhos do investidor.

direito, e não uma obrigação, de comprar ou vender um ativo a um preço e data preestabelecidos. Por fim, os swaps são acordos entre duas partes para a troca de fluxos de caixa em um determinado período. Estes são negociados em mercados de balcão e podem ser registrados em bolsa.

O mercado de derivativos é composto por alguns participantes (*hedger*, especulador, arbitrador e *market maker*) e cada um deles tem uma forma diferente de relacionar com o produto objeto do contrato. Conforme Figueiredo (2014), os *hedgers* são agentes econômicos que têm o objetivo principal de se protegerem contra riscos que podem surgir com as flutuações nos preços de commodities, taxa de juros, moedas ou ações. Ele busca apenas reduzir o seu risco. Para se proteger dos riscos de flutuações preços, o *hedger* toma uma posição no mercado futuro oposta à posição assumida no mercado à vista. Dessa forma, a perda que ele teria no mercado à vista seria compensada pelo ganho no mercado futuro.

Já, os especuladores são os agentes econômicos que buscam apenas conseguir lucro com a compra ou venda de derivativos. Portanto, eles procuram prever, com maior precisão possível, a tendência dos preços, das taxas de juros ou das cotações do câmbio. Os especuladores são agentes importantes no mercado de derivativos, uma vez que eles estão dispostos a assumir os riscos dos hedgers e porque as suas atividades aumentam o volume de negociações nesse mercado, elevando, assim, a sua liquidez. Quanto ao arbitrador, este opera simultaneamente em mais de um mercado procurando auferir ganhos das distorções de preços entre esses mercados, através da compra do derivativo no mercado mais barato e a sua venda naquele onde está mais caro. Portanto, é responsável por manter uma relação de equilíbrio entre preços à vista em diferentes mercados e o equilíbrio entre preços futuros e à vista. Por fim, os *market makers* são agentes que cotam preços de compra e venda dos derivativos negociados em bolsa. Tratam-se de pessoas jurídicas que comprometem a manter ofertas de compra e venda de forma regular e contínua durante a sessão de negociação, fomentando a liquidez dos valores mobiliários. Os *market makers* carregam posições próprias e se especializam em determinados produtos garantindo, assim, boa liquidez ao produto negociado, além de ajudar na formação de seu preço.

A origem dos mercados futuros está na Idade Média. Segundo Hull (1996), nesse período, os produtores agrícolas e comerciantes encontravam-se em um lugar específico para negociar, antecipadamente, a compra e a venda de seus produtos. Assim, em 1848, foi constituída a “*Chicago Board of Trade*” com a finalidade inicial de atender às necessidades de

produtores e comerciantes, ou seja, funcionava como um ponto de encontro e sua principal tarefa era padronizar as quantidades e qualidades dos grãos negociados. Depois de alguns anos, desenvolveu-se o primeiro contrato do tipo futuro, conhecido como *to-arrive* (mercadoria a entregar). Portanto, o surgimento do mercado futuro se deu a partir de uma necessidade que os produtores enfrentavam com os preços e, então, a negociação se dava apenas com futuros sobre *commodities* (Hull, 1996). Atualmente, as bolsas negociam uma série de contratos futuros.

Focando a análise nos contratos futuros, estes são negociados apenas em bolsas organizadas. Uma das características básicas desse derivativo é a padronização com o objetivo de conferir mais liquidez e de facilitar a transferência de risco entre os participantes desse mercado. A padronização exige que, durante a negociação, sejam especificadas todas as características do produto negociado, como cotação, data de vencimento, tipo de liquidação, volume e data de entrega. Exemplo: Contrato Futuro de Açúcar - Nova York (NY#11). Em termos qualitativos, trata-se de açúcar de cana, demerara com, pelo menos, 96% de polarização. A unidade de negociação é centavos de dólar por libra-peso (c/lb), em que cada contrato corresponde a 112.000 lbs, ou seja, 50,8025 toneladas. Os meses de vencimento para esse tipo de contrato são: março, maio, julho e outubro. Esse contrato pode ser negociado até o último dia do mês anterior do mês de vencimento.

Outra característica desse mercado é o ajuste diário, que é um mecanismo de liquidação dos contratos futuros entre os participantes. Por esse mecanismo, as posições mantidas pelos clientes são acertadas financeiramente ao final de todo o dia, até a liquidação da posição. Esses ajustes são baseados no preço de ajuste que é igual à média ponderada dos preços – por volume – dos últimos 15 minutos ou meia hora do pregão, ou outro tempo qualquer, de acordo com a especificação dos contratos (Bessada, 2013).

Por exemplo, supondo que um produtor venda 10 contratos futuros de certa commodity a R\$150,00/saca com vencimento em dois meses. A compra, por sua vez, é realizada por uma empresa alimentícia. Se no dia do vencimento do contrato, o valor da saca for de R\$130,00, isso gera um lucro de R\$20,00 para o produtor e um prejuízo de R\$20,00 para a empresa, já que o valor acordado entre as partes foi de R\$150,00. Assim, será debitado R\$20,00 da conta da empresa e creditado na conta do produtor. No entanto, esse ajuste é feito diariamente, de acordo com o preço de fechamento do mercado. Se, no primeiro dia do contrato, o preço da saca cair para R\$145,00, o produtor recebe um crédito de R\$5,00 por

saca na sua conta e o mesmo valor é debitado da conta da empresa. Esse mecanismo de ajuste se mantém até o dia de vencimento do contrato. A Tabela 1 mostra o mecanismo descrito acima.

**Tabela 1** – Exemplificação do mecanismo dos ajustes diários

<b>Dia</b>	<b>Preço</b>	<b>Produtor</b>	<b>Empresa</b>
Acordo	150	-	-
1	145	5	-5
2	135	10	-10
3	140	-5	5
4	155	-15	15
5	145	10	-10
6	130	15	-15
...			
<b>Entrega</b>	<b>130</b>	<b>20</b>	<b>-20</b>

Fonte: Dados fictícios, apenas para fins ilustrativos

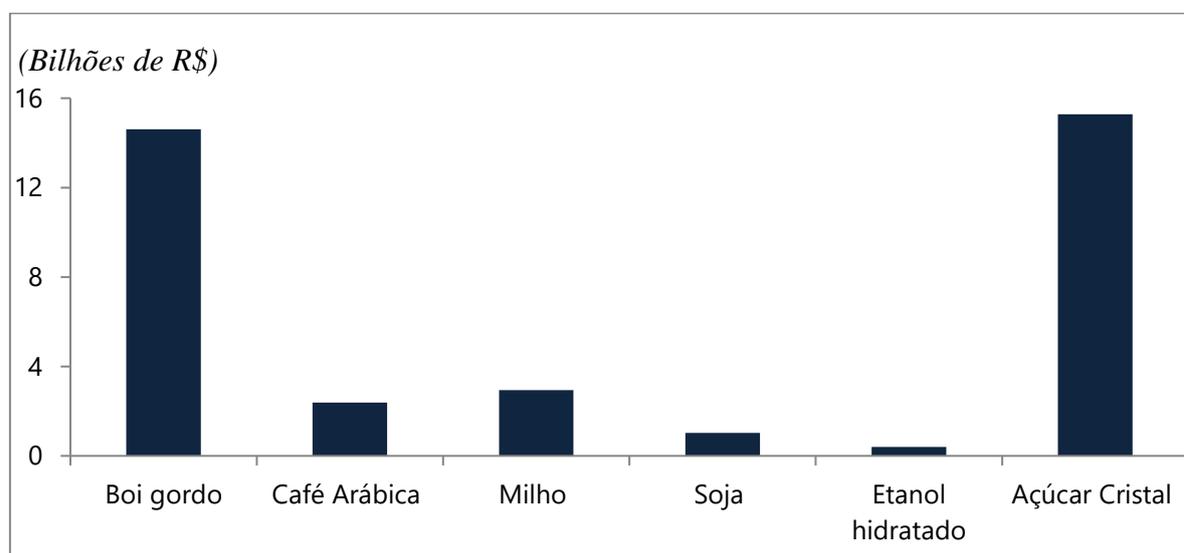
Além do ajuste diário, outra característica é a margem de garantia que é um valor (depósito) exigido pela Bolsa a todos os clientes que detêm posição de risco em aberto (na bolsa). Segundo Bessada (2013), essa margem pode ser substituída por qualquer um dos ativos aceitos pela B3 (ouro, CDBs, títulos, ações, etc.) ou por meio da apresentação da fiança bancária. Quando um participante desse mercado não cumpre um ajuste devido, a bolsa liquidará a sua posição, realizando uma operação inversa à sua original, e, ainda, pode usar as margens depositadas para cobrir possíveis perdas que possam ficar pendentes (Bessada, 2013).

Dois conceitos importantes nesse mercado são os de posição comprada (*long*) e posição vendida (*short*). A posição comprada consiste na posição em que gera um ganho para o agente se houver uma variação positiva do preço futuro, e gera uma perda se houver uma variação negativa. A posição vendida representa a posição em que ocorre um ganho para o agente se houver uma variação negativa do preço e uma perda, no caso de uma variação positiva.

Tendo em conta as negociações de derivativos agropecuários no mercado brasileiro, em 2019, futuros de Açúcar Cristal e de boi gordo tiveram o maior volume financeiro anual, com R\$15.275.892.000 e R\$14.605.464.000, respectivamente, segundo dados da B3 – Brasil Bolsa Balcão. Outras commodities como café arábica, milho, soja e etanol hidratado tiveram

um volume financeiro anual bem menor aos de Açúcar e Boi. (gráfico 3). Olhando os anos anteriores, o açúcar teve uma explosão no seu volume financeiro em que, era de R\$13.636.000, em 2017, passando para R\$15.275.892.000, em 2019. Por outro lado, o volume financeiro Boi Gordo, que era de R\$ 22.860.487.000, teve uma queda de 36,1%, em 2019. Outras commodities como o café, o milho e soja tiveram uma queda de 55,5%, 72,4% e 52,5%, respectivamente, entre 2017 e 2019. O etanol hidratado aumentou 213,8%, nesse período.

**Gráfico 3** – Volume financeiro de contratos futuros dos derivativos agropecuários do Brasil



Fonte: Brasil, Bolsa, Balcão (B3). Elaboração própria

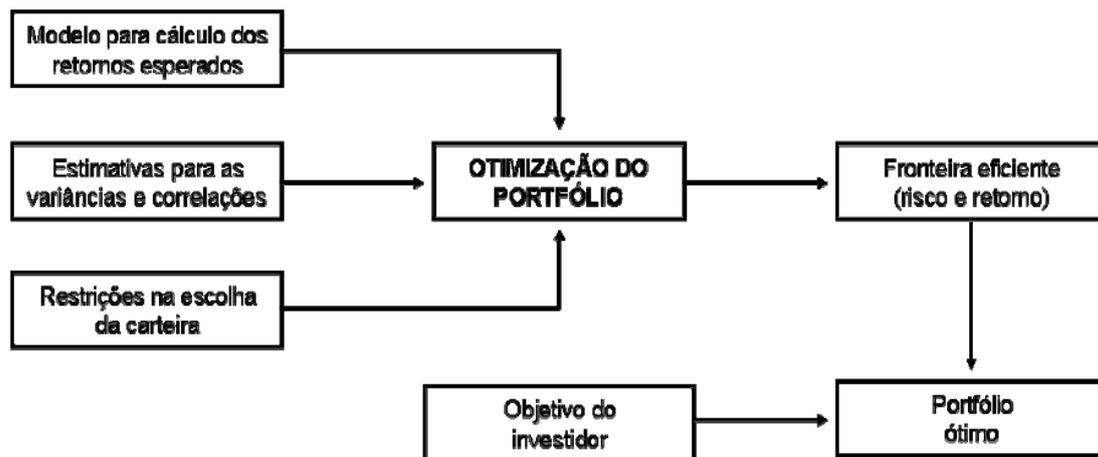
## **CAPÍTULO 2: TEORIA DO PORTFÓLIO E DERIVATIVOS AGROPECUÁRIOS NA DIVERSIFICAÇÃO DE CARTEIRAS**

Este capítulo procura apresentar as premissas e formulação da Teoria do Portfólio e os resultados de estudos realizados para analisar o impacto da introdução de derivativos agropecuários em carteira de investimentos. Nesse sentido, o capítulo é constituído por dois tópicos: 1) Teoria do Portfólio; 2) Derivativos agropecuários na diversificação de carteiras.

### **2.1 Teoria do Portfólio**

A teoria do portfólio advém do trabalho de Harry Markowitz (1952) que, em 1952, considerou que o retorno e o risco são informações essenciais na análise de uma carteira de investimentos. Nesse sentido, surge a Teoria da Média e Variância que afirma que o investidor procura maximizar a sua utilidade esperada, por meio da minimização do seu risco para um dado nível de retorno ou então por meio da maximização do seu retorno para um determinado nível de risco.

O investimento baseado na Teoria da Média e da Variância envolve algumas etapas, segundo Fabozzi et al. (2002) – Figura 1. Primeiro, faz-se a estimação de retornos esperados e riscos dos ativos individuais, bem como a estimação das correlações existentes entre todos os ativos considerados. Depois dessas estimativas, são realizadas técnicas de otimização com o objetivo de maximizar o retorno do portfólio e construir a fronteira eficiente dessa carteira. Na última etapa, obtêm-se a carteira ótima que depende do objetivo e do grau de aversão ao risco do investidor.



**Figura 1** – Etapas de investimento baseado na Teoria da Média e Variância  
 Fonte: Fabozzi et al. (2002)

O investimento baseado na Teoria da Média e da Variância envolve algumas etapas, segundo Fabozzi et al. (2002) – Figura 1. Primeiro, faz-se a estimação de retornos esperados e riscos dos ativos individuais, bem como a estimação das correlações existentes entre todos ativos considerados. Depois dessas estimativas, são realizadas técnicas de otimização com o objetivo de maximizar o retorno do portfólio e construir a fronteira eficiente dessa carteira. Na última etapa, obtém-se a carteira ótima que depende do objetivo e do grau de aversão ao risco do investidor.

$$E(R_p) = \mu_p = \sum_{i=1}^n X_i \mu_i \quad (1)$$

Em que,  $E(R_p) = \mu_p$  é o retorno esperado do portfólio,  $X_i$  representa os pesos de cada ativo individual e  $\mu_i$  consiste nos retornos esperados de cada ativo individual.

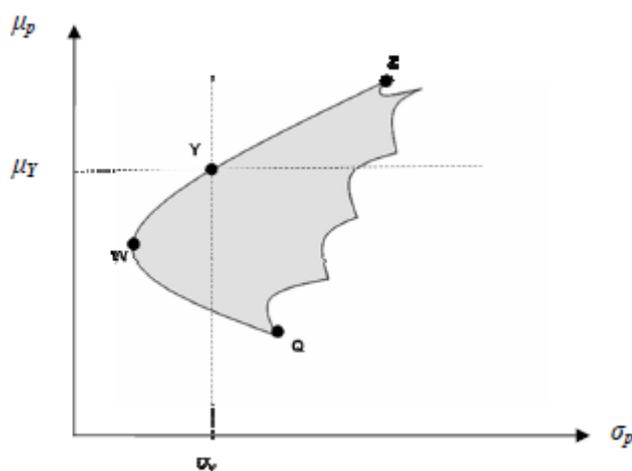
Por sua vez, o risco é calculado pela variância dos retornos da carteira. Conforme Elton et al. (2004) e Fabozzi et al. (2006), o risco da carteira depende do risco individual de cada ativo e da correlação existente entre o retorno desses ativos. Portanto, a equação do cálculo do risco de uma carteira ( $\sigma_p^2$ ) tem duas partes (equação 2): uma que corresponde à soma dos produtos das variâncias de cada ativo pelos quadrados da sua participação e a outra que corresponde à soma das covariâncias entre os retornos multiplicados pelos pesos dos ativos, dois a dois. Quanto menor a correlação entre os retornos desses ativos, menor será o risco do investimento.

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \quad (2)$$

Em que,  $\sigma_i^2$  é a variância do título  $i$  e  $\sigma_{ij}$  é a covariância dos retornos do título  $i$  e do título  $j$ .

O risco de uma carteira pode ser dividido em dois componentes: sistêmico ou não sistêmico. O risco não sistêmico ou risco diversificável está associado às características intrínsecas do investimento realizado e, assim, eles podem ser reduzidos por meio da inclusão, na carteira, de ativos com uma baixa correlação. Este processo é conhecido como diversificação de carteiras de investimento. O risco sistêmico, por sua vez, pode ter origem em eventos econômicos, políticos e/ou sociais. Assim, este risco não pode ser reduzido pelo método de diversificação, porém pode ser gerenciado por meio de operações que existem no mercado de derivativos (Sharpe et al., 1995).

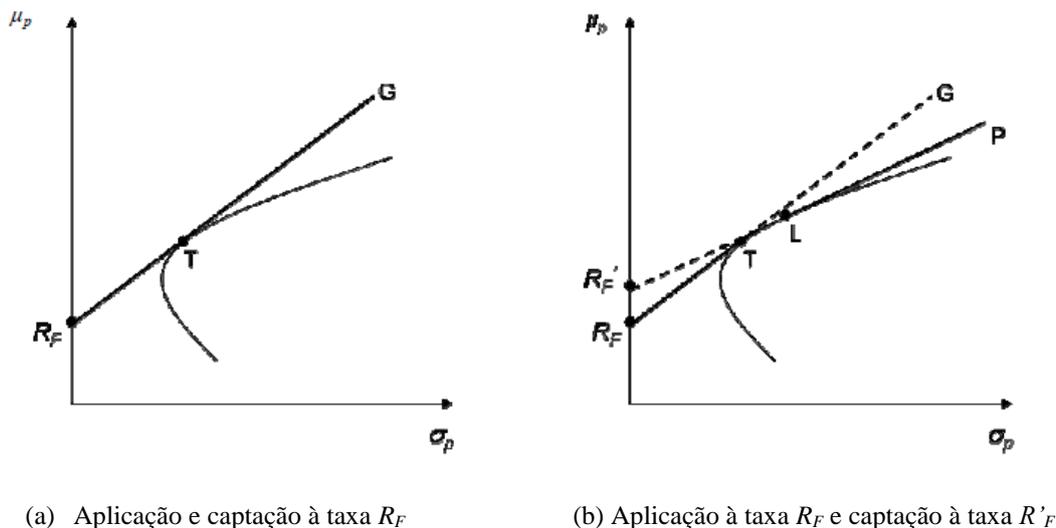
A partir de tais conceitos, obtém-se a fronteira eficiente. Esta é obtida pela escolha de uma carteira que apresenta o maior retorno esperado para um dado nível de risco, ou então, pela escolha do menor risco para um determinado nível de retorno esperado. A fronteira eficiente é composta por vários pontos que representam esta condição (Figura 2). Por exemplo, o ponto Y representa uma carteira de ativos com o maior retorno esperado possível,  $\mu_Y$ , para um dado nível de risco,  $\sigma_Y$ .



**Figura 2** – Conjunto de oportunidades de investimento para  $n$  ativos com risco  
Fonte: Adaptado de Sharpe et al. (1995)

Segundo Fabozzi et al. (2006), a fronteira eficiente pode ser obtida de três formas diferentes: 1) pela minimização do risco da carteira para um determinado retorno esperado; 2) pela maximização do retorno esperado da carteira para um dado nível de risco; 3) ou então, pela maximização da diferença entre o retorno médio da carteira e o seu risco.

A carteira de investimento tratada até o momento é composta somente por ativos com risco. Segundo Markowitz (1952) podem ser incluídos, nessa carteira, ativos livres de risco (ativos com um retorno certo e risco igual a zero). Quando isso acontece, a fronteira eficiente deixa de ser uma hipérbole e passa a ser uma reta. A figura 3 mostra o caso de uma carteira composta por um ativo com risco e por um outro ativo livre de risco.



**Figura 3** – Fronteira Eficiente considerando ativos livre de risco na carteira  
**Fonte:** Adaptado de Elton et al. (2004)

Conhecendo a fronteira eficiente, o investidor precisa escolher qual a combinação ótima de ativos, dentro dessa fronteira, que maximiza a sua utilidade esperada. Essa escolha vai depender da sua aversão ao risco, ou seja, da sua disposição de se expor ao risco.

## 2.2 Derivativos agropecuários na diversificação de carteiras

Vários autores nacionais e internacionais publicaram pesquisas sobre este tema e há alguma divergência entre os resultados que estes chegaram. Os parágrafos a seguir fornecem tal contexto.

Com foco no mercado brasileiro, Silveira e Barros (2010) analisaram o impacto da introdução de contratos futuros agropecuários negociados na B3, no risco e retorno de uma carteira diversificada de investimentos entre agosto de 1994 e dezembro de 2007, por meio da Teoria do Portfólio. Como resultado geral, os autores observaram que, isoladamente, os contratos futuros agropecuários não constituem boas opções de investimento. No entanto, os

autores observaram melhorias na performance das carteiras quando os contratos futuros de commodities foram mantidos em estratégias com duração bianual.

De forma complementar, Costa e Piacenti (2008) verificaram se a utilização de derivativos agropecuários em carteiras de investimentos de Fundo de Pensão no Brasil elevava as relações de retorno/risco esperados. Para isso, utilizaram ajustes diários das commodities agropecuárias negociadas na BM&F, valores diários do índice BOVESPA Médio e parâmetros comparativos (como a taxa SELIC ao dia e INPC), entre janeiro de 1999 e maio de 2004. Os resultados mostraram que a utilização de derivativos agropecuários na referida carteira de investimentos foi benéfica, uma vez que reduziu o risco mais que proporcionalmente ao retorno.

O mercado norte-americano foi analisado por uma série de pesquisas. Elgelkraut et al. (2005), por exemplo, estudaram o impacto dos futuros de commodities no desempenho da carteira de investimento, usando dados de nove futuros de commodities individuais, nos EUA, entre o período de 1994 e 2003. Como resultado, esses autores afirmaram que a maioria das commodities não contribui significativamente para aumentar o retorno e/ou reduzir o risco de carteira de investimentos. Segundo eles, somente o petróleo bruto levou a um melhor desempenho do portfólio.

O estudo de Gao e Nardari (2018), por sua vez, explorou o desempenho de estratégias de investimento, incorporando commodities em carteiras de ações e títulos, por meio das estratégias de BWD (“backward-looking”) e FWD (“forward-looking”) para resolver o problema de otimização de portfólio. Os autores usaram os índices de retorno do S&P500 de 1946 a 2012 (para a classe de patrimônio), do Barclays US Aggregate Bond Index de 1976 a 2012 (para a classe de títulos) e do S&P Goldman Sachs de 1970 a 2012 (para a classe de commodities). Os resultados apontaram para existência de evidências para se considerar que a combinação de commodities com ações e títulos de renda fixa em uma carteira de investimento resulta em melhores desempenhos do que uma carteira formada somente por títulos e ações.

Daskalaki et al. (2016) realizaram esta análise construindo e comparando duas carteiras ótimas: uma que era composta por ações, títulos e dinheiro e outra que incluía commodities, além desses três ativos. Como método, usaram teste de Scaillet e Topaloglou (2010), considerando o critério de SDE (eficiência de dominância estocástica). Em relação

aos dados, usaram índices de commodities de primeira, segunda e terceira geração<sup>3</sup> em dois períodos: 1990-2013 e 1990-2000. Como resultado, os autores afirmaram que a inclusão de commodities na carteira de investimentos (composta por ações, títulos e dinheiro) gera benefícios de diversificação. Isso é mais pronunciado quando se considera os índices de segunda e terceira geração.

Por fim, Kabir (2017) investigou os perfis de risco-retorno de carteiras otimizadas combinando (1) ações convencionais, (2) ações islâmicas, (3) ações islâmicas com commodities e (4) ações convencionais com commodities durante períodos de crises e não crises. Os dados de estudo pertencem a um período de 17 anos, iniciando em 1996 e se referem a índices de ações convencionais e islâmicas, além de índices de commodities como cacau, óleo de palma bruto, petróleo bruto, gás e ouro. Para saber os perfis de risco-retorno dessas carteiras, o autor usou a técnica de otimização de portfólio de Markowitz. Com essa análise, o autor chegou no resultado de que as commodities em geral e, principalmente, o ouro podem aumentar os benefícios de diversificação para os investidores e gerentes de portfólio tanto nos mercados de ações islâmicos quanto nos mercados convencionais.

---

<sup>3</sup> Segundo Daskalaki et al. (2016), os índices de primeira geração refletem uma estratégia que consiste nos mercados futuros de commodities com prazo de vencimento mais curto que rola para os contratos do mês subsequente à medida que o primeiro mês expira. Exemplo: S&P Goldman Sachs Commodity Index; Dow Jones-UBS Commodity Index (DJ UBSCI). Os índices de segunda geração incluem contratos suficientemente líquidos, que estão mais avançados na estrutura a termo dos preços futuros de commodities. Exemplo: JP Morgan Commodity Curve Index; o Deutsche Bank Liquid Commodity Index-Optimum Yield. Os índices de terceira geração são índices que permitem posições longas e curtas. Exemplo: o índice Morningstar Short / Flat Commodity; o Morningstar Short-Only Commodity Index.

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGIA**

De forma a atingir o objetivo proposto, este estudo utiliza, como método, o modelo do Value-at-Risk (VaR). Nesse sentido, este capítulo procura apresentar as premissas deste modelo, bem como informações sobre os dados dos ativos utilizados na presente pesquisa. Assim, o capítulo é constituído por dois tópicos: 1) dados do estudo; 2) Value-at-Risk (VaR).

### **3.1 Dados do estudo**

Como afirmado, anteriormente, o objetivo deste estudo é analisar o impacto da inclusão de contratos futuros de commodities agropecuárias em uma carteira (tradicional) diversificada de investimentos composta por: a) títulos de renda fixa (representados pelos investimentos atrelados à taxa Selic); b) investimentos atrelados à taxa de câmbio; c) ações (representadas pelas cotações do Ibovespa). Em relação aos derivativos agropecuários, foram considerados os contratos futuros de milho, boi gordo e café, com negociação na B3. Para as cotações do Ibovespa, taxa Selic e taxa de câmbio, a fonte dos dados foi a IPEADATA, enquanto que, para os preços futuros dos derivativos agropecuários, a fonte foi a B3. A análise ocorreu no período entre janeiro de 2010 e março de 2020 – 2529 observações para cada uma das variáveis.

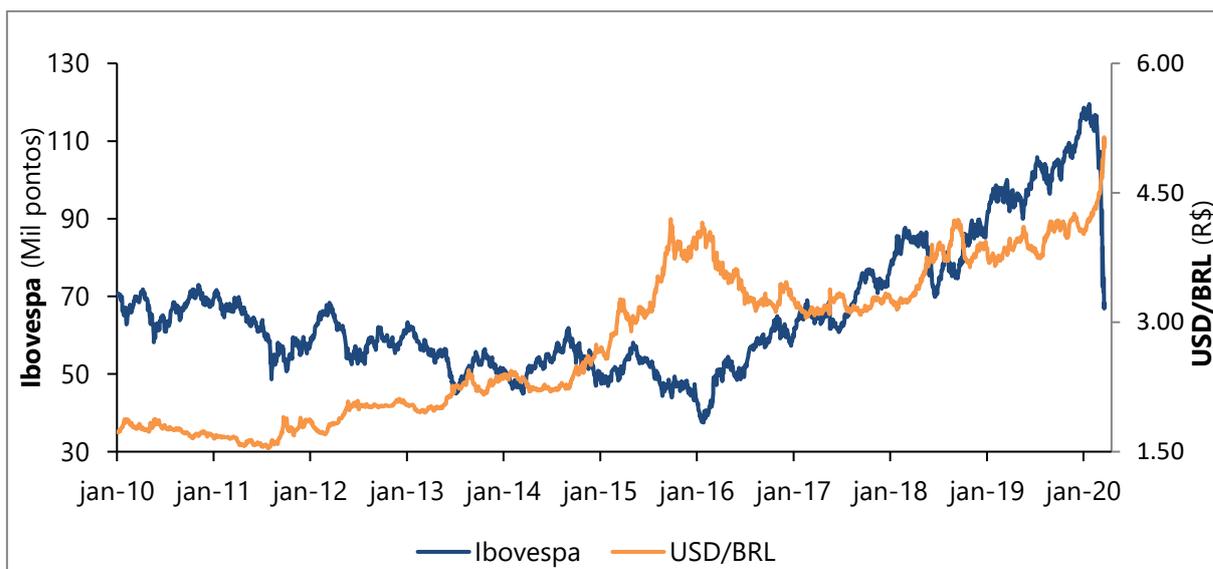
Os gráficos a seguir mostram o comportamento das variáveis do estudo.

Em relação ao índice Ibovespa e à taxa de câmbio (dólar), nota-se alta oscilação no período do estudo (Gráfico 4). Assim, o valor máximo para o dólar nesse período foi de R\$ 5,14 e o mínimo foi de R\$ 1,53. Por outro lado, o máximo para o Ibovespa foi de 119528 pontos enquanto que o mínimo foi de 37497 pontos (Tabela 2).

Desde 2018, tem ocorrido um cenário de desvalorização do Real em relação ao Dólar devido a fatores como a guerra comercial entre os EUA e a China, o Brexit, a Guerra iminente entre os EUA e Irã e o novo Covid-19, que acabaram por gerar incertezas na economia brasileira. Final de 2019 foi um período muito marcado por afirmações de “despreocupação” do Presidente Jair Bolsonaro perante a desvalorização da moeda brasileira. Isso também, influenciou tal situação.

A queda do valor das ações se trata de um fator, tanto nacional como internacional. Essa queda, também se deve à ao conflito entre os EUA e Irã e o Covid-19, gerando incertezas entre os empresários.

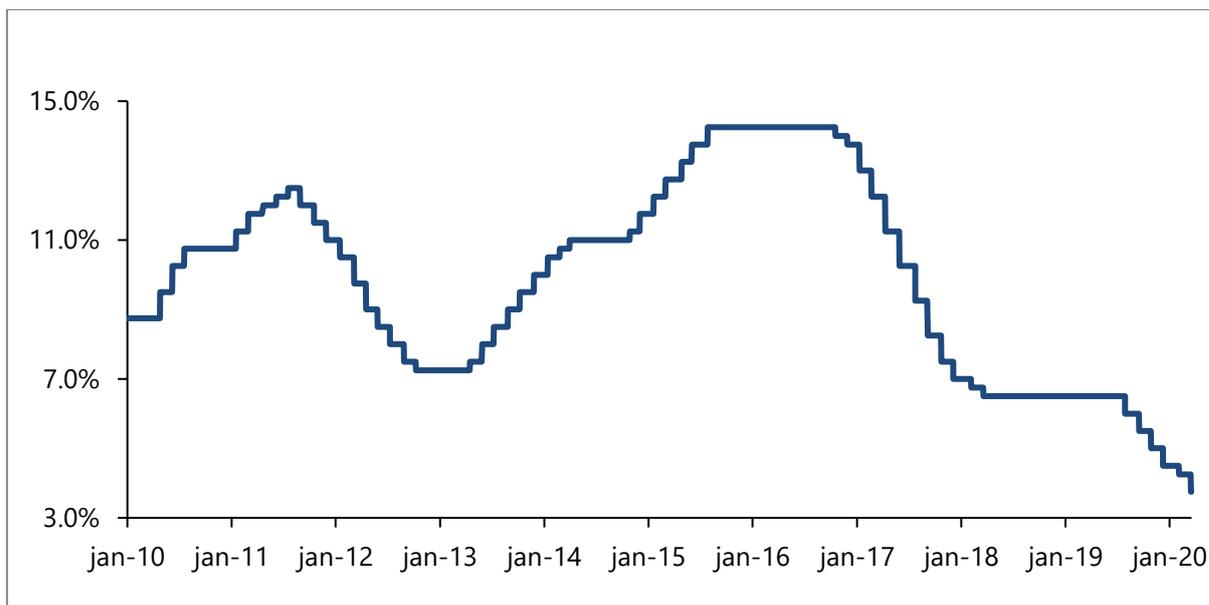
**Gráfico 4** - Evolução do Ibovespa e da Taxa de Câmbio entre janeiro de 2010 e março de 2020



**Fonte:** IPEADATA. Elaboração própria.

O Gráfico 5, por sua vez, mostra a evolução da taxa Selic (taxa de juros básica da economia). Vale apontar o forte movimento de queda desde final de 2016 (14,25%, - valor máximo da Selic durante a década) até março de 2020 (3,75% - valor mínimo da selic durante a década) – Tabela 2. Essa queda se intensificou mais no Governo Bolsonaro, por ser um governo mais liberal, como uma forma de reduzir o endividamento das empresas e aumentar o consumo. Essa queda tem permitido um menor rendimento em investimentos de renda fixa e uma ótima oportunidade em de ganhos na renda variável.

**Gráfico 5** - Evolução da Taxa Selic entre janeiro de 2010 e março de 2020



**Fonte:** IPEADATA. Elaboração própria.

**Tabela 2** – Estatísticas descritivas dos valores e retornos diários do índice Ibovespa, da taxa de câmbio e da Taxa Selic

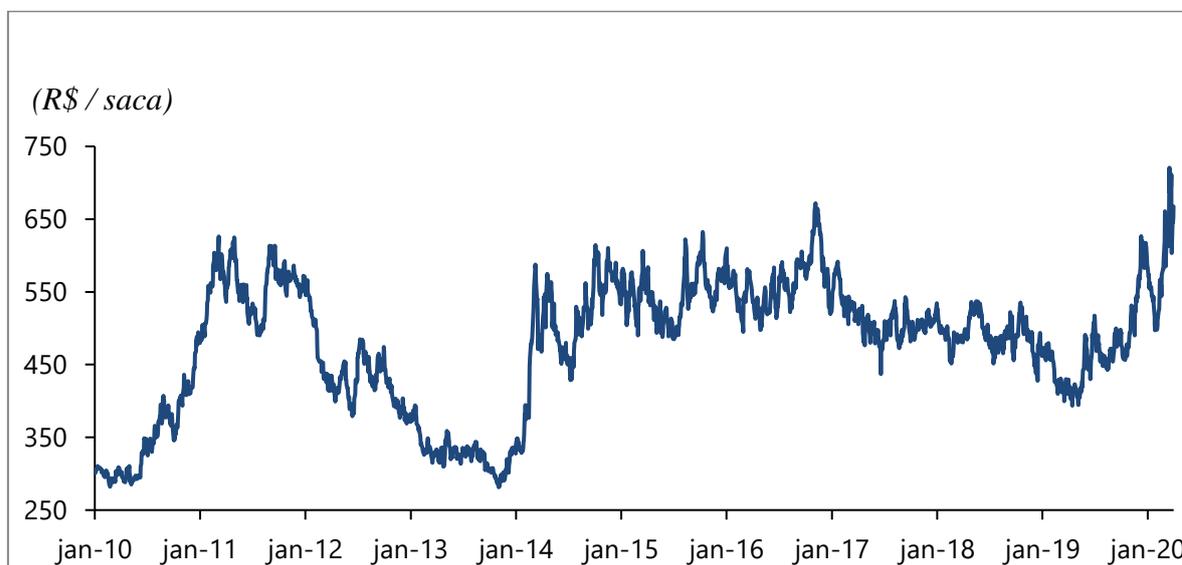
	Índice Ibovespa	Retorno diário do Ibovespa	USD/BRL	Retorno diário do dólar	Taxa anual Selic	Retorno diário da Selic
Média	65695	-0,002%	2,79	0,042%	9,88%	0,037%
Mediana	61478	0,016%	2,79	0,018%	10,25%	0,039%
Desvio Padrão	16940	1,590%	0,86	0,868%	2,82%	0,010%
Máximo	119528	13,022%	5,14	8,423%	14,25%	0,053%
Mínimo	37497	-15,993%	1,53	-6,069%	3,75%	0,015%

**Fonte:** IPEADATA. Elaboração própria.

O café se trata de uma commodity com grande relevância tanto no mercado nacional como internacional. O Brasil é o maior produtor e exportador do café e o segundo maior

consumidor, após os Estados Unidos. Também, se trata de uma das commodities com mais oscilação de seus preços, ao longo do tempo e, portanto, apresenta tanto riscos elevados (Gráfico 6). Nesse sentido, durante a década, a média dos preços do café foi de R\$ 477,51 e o desvio padrão é 89,74. O preço máximo foi de R\$720,74, enquanto que, o mínimo foi de R\$281,32. Em relação aos retornos do café, a média é de 0,0003% e o desvio-padrão é 1,888%. O retorno máximo foi de 10,100% e o mínimo foi de -9,512%, durante a década (tabela 3).

**Gráfico 6** - Preços futuros de primeiro vencimento do café arábica entre janeiro de 2010 e março de 2020



**Fonte:** Brasil, Bolsa, Balcão (B3). Elaboração própria.

O milho, também, é uma commodity com o preço futuro bem volátil, embora não tanto como o café, e apresenta uma tendência de crescimento entre janeiro de 2018 e o período atual (gráfico 7). Para os preços futuros do milho, a média e o desvio-padrão foram de R\$32,05 e R\$30,43. Em relação ao preço máximo e ao preço mínimo, os valores foram de R\$57,78 e R\$17,74, respectivamente. Olhando para os retornos diários desses preços, a média foi de 0,049% e o desvio-padrão foi de 1,217% (tabela 3). O aumento do preço futuro do milho, nesse período se deve muito às quebras de safra nos EUA e Argentina devido a condições de chuva que afetaram a oferta. Essa situação acaba favorecendo os produtores brasileiros, já que o Brasil é o segundo maior exportador do milho (Lavoura 10, 2019).

**Gráfico 7 - Preços futuros de primeiro vencimento de milho entre janeiro de 2010 e março de 2020**



**Fonte:** Brasil, Bolsa, Balcão (B3). Elaboração própria.

Em relação ao boi gordo, o Brasil é um dos maiores exportadores da carne bovina. Diferente do café e do milho, o boi gordo teve um comportamento mais estável nos preços futuros, com uma tendência crescente, ao longo da última década (gráfico 8). Em finais de 2019, o preço futuro da arroba líquida do boi gordo atingiu o seu máximo (R\$ 232,05), ao longo da última década. Isso se deve muito ao aumento da demanda externa (principalmente da China) e interna contra uma baixa oferta para o abate, que aumentou os preços à vista e, conseqüentemente, os preços futuros (Banco do Nordeste, 2019). A média de preços futuros por arroba do boi gordo foi de R\$ 127,71 e o desvio-padrão foi de R\$ 28,81. O preço mínimo da década foi de R\$ 73,62. Olhando para os retornos diários de seus preços, a média foi de 0,031% e o desvio-padrão foi de 0,563%. O retorno máximo nesse período foi de 3,916% e o mínimo foi de -3,597%.

**Gráfico 8** - Preços futuros de primeiro vencimento de boi gordo entre janeiro de 2010 e março de 2020



Fonte: Brasil, Bolsa, Balcão (B3). Elaboração própria.

**Tabela 3** – Estatísticas descritivas dos preços futuros (em R\$) e dos retornos diários das commodities consideradas

	<b>Preços de Café Arábica</b>	<b>Retorno diário Café</b>	<b>Preços do Milho</b>	<b>Retorno diário Milho</b>	<b>Preços do Boi</b>	<b>Retorno diário Boi</b>
<b>Média</b>	477,51	0,0003%	32,05	0,049%	127,71	0,031%
<b>Mediana</b>	495,18	-0,050%	30,43	0,037%	136,20	0,020%
<b>Desvio-Padrão</b>	89,74	1,888%	7,77	1,217%	28,81	0,563%
<b>Máximo</b>	720,74	10,10%	57,78	4,877%	232,05	3,916%
<b>Mínimo</b>	281,32	-9,512%	17,74	-5,108%	73,62	-3,597%

Fonte: Brasil, Bolsa, Balcão (B3). Elaboração própria.

### 3.2 Value-at-Risk (VaR)

O VaR pode ser definido como a perda máxima de valor de um ativo ou uma carteira de ativos, para um dado nível de confiança e dentro de um certo horizonte de tempo, sob condições normais de mercado (Jorion, 2004) – equação (1).

$$VaR = (\mu_p + V_C \times \sigma) \times P\sqrt{T} \quad (1)$$

Sendo,  $\mu_p$  o retorno esperado do ativo ou da carteira,  $V_C$  o valor crítico da distribuição normal, o qual reflete o nível de confiança estabelecido,  $\sigma$  a volatilidade dos retornos da série do ativo ou carteira,  $P$  o valor de mercado do investimento e  $T$  o horizonte de tempo sob análise.

Assim como foi mencionado no capítulo 2, o retorno de uma carteira é dado pela seguinte expressão:

$$E(R_p) = \mu_p = \sum_{i=1}^n X_i \mu_i = [X_1 \quad X_2 \quad X_3 \quad \dots \quad X_n] \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \mu_3 \\ \vdots \\ \mu_n \end{bmatrix} = x' \mu \quad (1)$$

Em que,  $E(R_p) = \mu_p$  é o retorno esperado do portfólio,  $X_i$  representa os pesos de cada ativo individual e  $\mu_i$  consiste nos retornos esperados de cada ativo individual.

Por sua vez, a volatilidade dos retornos da série da carteira é calculada pela variância dos retornos da carteira, conforme a seguinte expressão:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} = [X_1 \quad X_2 \quad X_3 \quad \dots \quad X_n] \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \sigma_{23} & \dots & \sigma_{2n} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_3^2 & \dots & \sigma_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} = x' \Omega x \quad (2)$$

Em que,  $\sigma_i^2$  é a variância do título  $i$ ,  $\sigma_{ij}$  é a covariância dos retornos do título  $i$  e do título  $j$  e  $\Omega$  corresponde à matriz, de ordem  $(n \times n)$ , de covariância dos retornos dos  $n$  papéis considerados.

Nesta pesquisa, aplica-se os modelos VaR Delta-Normal e de simulação histórica, considerando um nível de confiança de 99%. No primeiro, estabelece-se, por hipótese, que os retornos dos ativos seguem uma distribuição de probabilidade normal. Neste sentido, a distribuição de probabilidade das séries pode ser definida com dois parâmetros: média e desvio padrão. Neste modelo, será utilizado o desvio padrão para cálculo da volatilidade. No segundo, obtém-se a distribuição empírica das rentabilidades passadas dos ativos – ou seja, consiste em um procedimento não paramétrico.

Vale observar que tais procedimentos são aplicados no período mencionado anteriormente (janeiro de 2010 a março de 2020), para um valor de investimento igual a 1 milhão de reais (R\$), considerando e comparando uma carteira inicial tradicional e outros portfolios em que são inseridos derivativos de milho, boi e café arábica negociados na B3. Justifica-se o uso de tais contratos futuros agropecuários pelo fato de possuírem liquidez no período de análise.

## **CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O objetivo principal deste capítulo é apresentar os resultados obtidos a partir de simulações de diferentes carteiras, partindo de uma carteira tradicional composta por títulos (representados pela taxa SELIC), ações (representados pelas cotações do Ibovespa) e investimentos atrelados à taxa de câmbio, passando para carteiras compostas pelos ativos da carteira tradicional e uma das commodities (café, milho ou boi), carteiras compostas pelos ativos da carteira tradicional e duas das três commodities e, finalizando com uma carteira composta pelos ativos da carteira tradicional e por todas as commodities.

### **4.1 Análise do retorno e risco das diferentes carteiras simuladas**

Como visto, antes, uma das premissas da teoria de portfolio de Harry Markowitz (1952) é que o investidor procura maximizar o retorno da sua carteira para um determinado nível de risco, ou então, procura minimizar o risco da sua carteira para um determinado nível de retorno.

Segundo Elton et al. (2004) e Fabozzi et al. (2006), o risco da carteira depende do risco individual de cada ativo e da correlação existente entre o retorno dos ativos. Assim, se os retornos das commodities tratadas nesse estudo apresentarem uma correlação baixa com os retornos dos ativos da carteira tradicional (títulos, ações e investimentos atrelados à taxa de câmbio), a inclusão destas commodities na tal carteira pode reduzir o risco dela.

As correlações entre os retornos dos ativos considerados nesse estudo estão, na maioria dos casos, próximas de zero. As mais altas são as correlações entre os retornos de milho e dólar (0,12) e entre os retornos de milho e café (0,12). A mais baixa é a correlação entre os retornos de dólar e Ibovespa que é de -0,35 – Tabela 4.

**Tabela 4** – Matriz de correlação entre os retornos dos ativos considerados no estudo

	<b>Ibovespa</b>	<b>Selic</b>	<b>Dólar</b>	<b>Café</b>	<b>Milho</b>	<b>Boi</b>
<b>Ibovespa</b>	1					
<b>Selic</b>	0,02	1				
<b>Dólar</b>	-0,35	-0,02	1			
<b>Café</b>	-0,04	-0,02	0,08	1		
<b>Milho</b>	-0,05	-0,03	0,12	0,12	1	
<b>Boi</b>	0,08	-0,05	-0,03	0,05	0,03	1

**Fonte:** IPEADATA e Brasil, Bolsa, Balcão (B3). Elaboração própria.

Outras correlações importantes a se considerar se tratam daquelas entre os retornos de cada uma das commodities e os retornos da carteira tradicional (composta por Ibovespa, títulos e investimentos atrelados a dólar). Estas foram próximas de zero, apresentando valores de 0,004 para café, 0,02 para milho e 0,06 para boi.

Para analisar o impacto da inclusão dos contratos futuros de commodities em uma carteira de investimentos, parte-se de uma carteira tradicional de investimentos composta por títulos (representados pela taxa Selic), ações (representadas pelo índice Ibovespa) e investimentos atrelados ao dólar (representados pelo valor nominal do dólar em real), incluindo cada commodity (uma de cada vez) e a combinação entre estas. Nessas carteiras, todos os ativos apresentam os mesmos pesos. Assim, oito carteiras diferentes foram formadas em três etapas de análise, em que, na primeira etapa, foi adicionado um só derivativo agropecuário no portfólio tradicional. Na segunda e na terceira etapas, foram considerados dois e três derivativos agropecuários, respectivamente, na carteira de ações, renda fixa e dólar.

#### **4.1.1. Carteira tradicional**

Considerando um investimento de R\$1.000.000,00, essa carteira acumulou no período R\$1.865.475,68, que corresponde a 0,52% a.m. Pelo método do VaR Delta Normal, essa

carteira apresentou um risco diário de R\$11.575,60, para um nível de confiança de 99%. Considerando o método do VaR por Simulação Histórica, a carteira apresentou um risco diário de R\$12.350,12, para o mesmo nível de confiança.

#### **4.1.2. Carteira tradicional com introdução de um derivativo agropecuário**

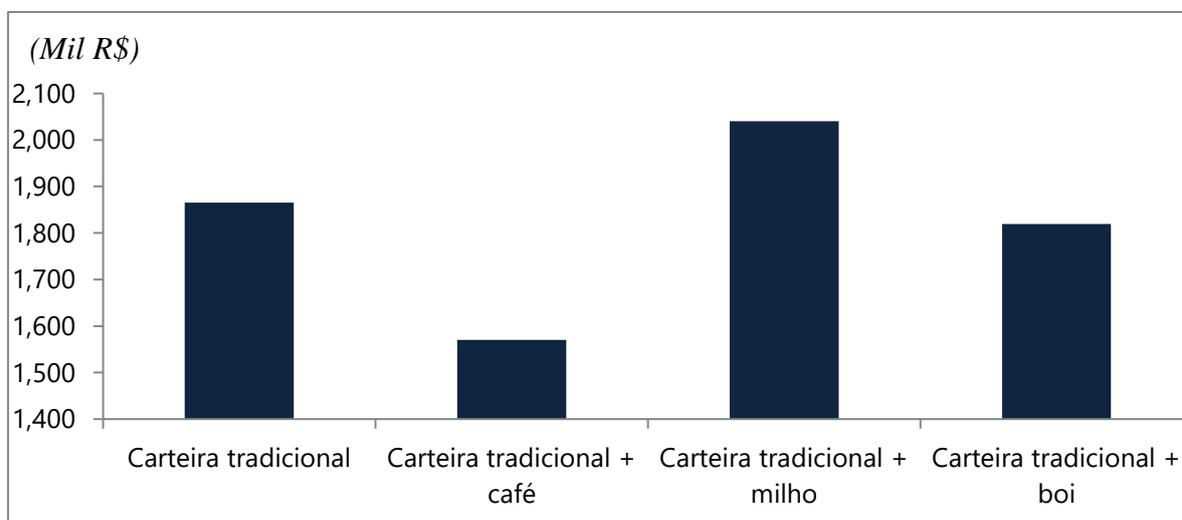
Incluindo contratos futuros de café na carteira tradicional, o valor final do investimento atingiu R\$1.570.045,55 (menor do que o da carteira tradicional), correspondendo a 0,38% a.m. Pelo método do VaR Delta Normal, o risco diário dessa carteira foi de R\$13.938,02, enquanto o método do VaR por Simulação Histórica obteve um risco diário de R\$15.205,90 (maior do que o da carteira tradicional).

A inclusão de futuros de milho levou o valor final do investimento para R\$2.040.376,30 (0,61% a.m.). O risco, pelo método do VaR Delta Normal, cai para R\$11.166,93, enquanto que, pelo método do VaR por Simulação Histórica, o risco diário é de R\$11.979,41 (também menor do que o da carteira tradicional).

Por fim, ao analisar a introdução de futuros de boi gordo, o valor final do investimento atinge o valor de R\$1.819.526,04 (0,52% a.m.). Pelo VaR Delta Normal, o risco cai para R\$9.403,61, enquanto que, pelo VaR por Simulação Histórica, o risco cai para R\$9.275,37. Olhando para o coeficiente de variação (tabela 5), essa carteira apresenta uma melhoria de desempenho, em relação à carteira tradicional.

Portanto, pode-se afirmar que somente a inclusão do milho na carteira tradicional de investimento permite uma melhoria no desempenho da carteira, no que diz respeito ao investimento final. A carteira com a inclusão do milho é a melhor. Além disso, ela aumenta o retorno e diminui o risco desta. A inclusão do café ou do boi na carteira tradicional gera uma carteira com o investimento final menor (gráfico 9). Porém, a carteira com a inclusão do boi gera uma queda no risco desta.

**Gráfico 9** – Valor Final do Investimento da carteira tradicional com a introdução de um derivativo agropecuário



**Fonte:** Resultados da pesquisa.

#### **4.1.3 Carteira tradicional com a inclusão de dois derivativos agropecuários**

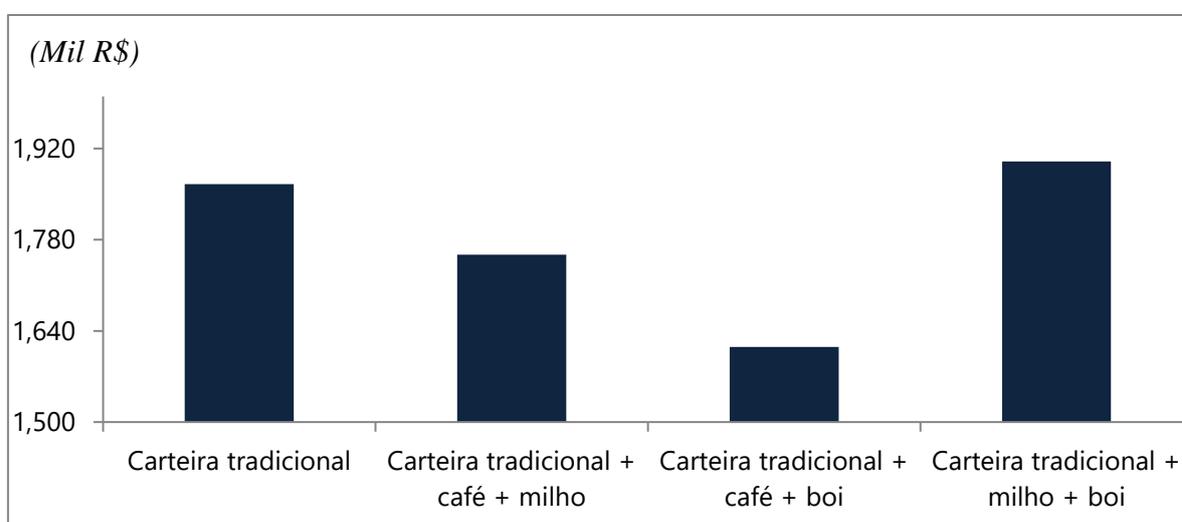
Com a inclusão de café e milho, simultaneamente, na carteira tradicional, o valor acumulado da carteira atinge R\$1.757.008,46 (menor do que o da carteira tradicional), que corresponde a 0,49% a.m. O risco, por sua vez, aumenta em ambos os métodos do VaR: no VaR Delta Normal, o risco aumenta para R\$12.899,59, enquanto que, no VaR por Simulação Histórica, o risco sobe para R\$14.584,41.

Agora, incluindo café e boi, simultaneamente, na carteira tradicional, o investimento final da nova carteira atinge R\$1.615.101,26 (0,43% a.m). O risco da carteira, pelo método de VaR Delta Normal, tem um ligeiro aumento (em relação à carteira tradicional) para R\$11.586,53. Da mesma forma, o risco diário da carteira, pelo método de VaR por Simulação Histórica, tem um aumento para R\$13.140,09.

Incluindo contratos futuros de milho e de boi na carteira tradicional, valor acumulado do investimento atinge R\$1.900.038,68 (0,58% a.m). Em relação ao risco diário da carteira pelo VaR Delta Normal, há uma queda para R\$9.425,68 (em relação à carteira tradicional). Por sua vez, o risco diário calculado pelo VaR por Simulação Histórica, cai para R\$10.223,12.

Portanto, só compensa incluir, simultaneamente, futuros de milho e de boi na carteira. Esta é a melhor carteira com dois agros. Além de o seu valor final do investimento ser maior que o da carteira tradicional, o seu risco, também, diminui. A inclusão de futuros de café e de milho (simultaneamente) ou a inclusão de futuros de café e de boi (simultaneamente) não permite uma melhoria de desempenho da carteira (gráfico 10).

**Gráfico 10** – Valor Final do Investimento da carteira tradicional com a introdução de dois derivativos agropecuários



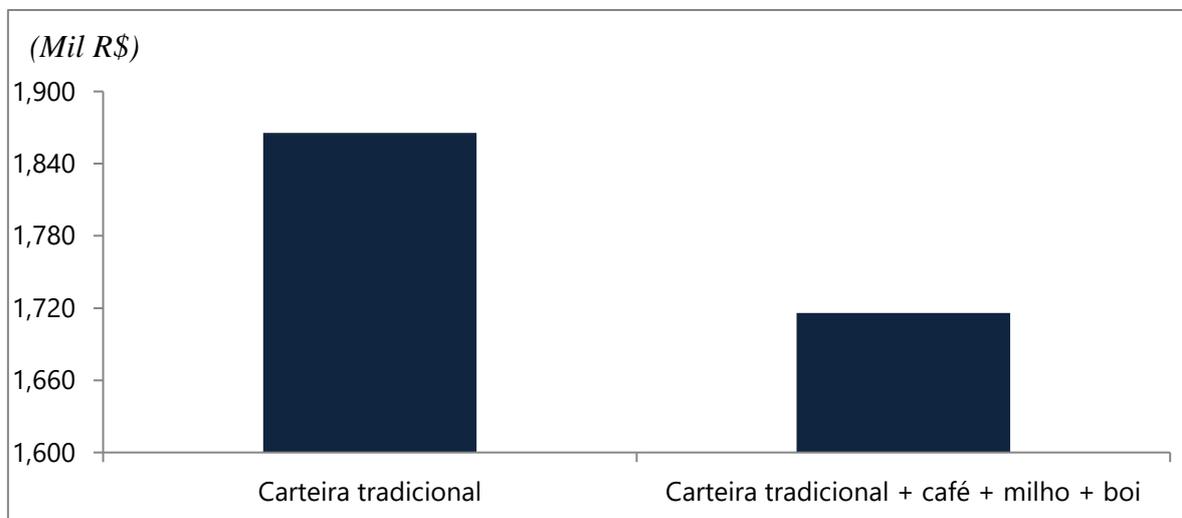
**Fonte:** Resultados da pesquisa.

#### **4.1.4 Carteira tradicional com a inclusão de três derivativos agropecuários**

Analisando, agora, a carteira mais completa composta pelos ativos da carteira tradicional e pelos contratos futuros das três commodities (café, milho e boi), o valor desta atinge R\$1.715.848,32 (0,50% a.m). O risco diário, calculado pelo VaR Delta Normal, desta carteira é de R\$11.104,49 (menor do que o da carteira tradicional) enquanto que pelo método do VaR por Simulação Histórica, o risco desta carteira cai para R\$12.038,55.

Dessa forma, não compensa incluir na carteira tradicional, simultaneamente, os contratos futuros de café, milho e boi, uma vez que diminui o desempenho da carteira (gráfico 11).

**Gráfico 11** – Valor Final do Investimento da carteira tradicional com a introdução de três derivativos agropecuários



**Fonte:** Resultados da pesquisa.

Analisando os resultados, que estão (de forma resumida) nas tabelas 5 e 6, e no gráfico 12, pode-se afirmar que a inclusão de contratos futuros de milho e/ou de boi, gera melhorias de desempenho da carteira tradicional de investimentos formada por ações, títulos e investimentos atrelados à taxa de câmbio. Por outro lado, a inclusão de contratos futuros de café, ou contratos futuros de café e milho (simultaneamente), ou a inclusão de contratos futuros de café e boi (simultaneamente), ou ainda, a inclusão de café, milho e boi não gera melhorias de retorno na carteira tradicional de investimentos considerada.

No entanto, a inclusão de contratos futuros de café, milho e boi (simultaneamente) permitem uma diminuição no risco da carteira, apesar de não gerarem melhorias no retorno.

**Tabela 5** – Resumo dos principais resultados (em R\$) das carteiras simuladas considerando o método do *VaR Delta Normal*

<b>Carteira</b>	<b>Valor final (em mil R\$)</b>	<b>Retorno médio (a.m)</b>	<b>Desvio padrão (a.m)</b>	<b>Coefficiente de Variação</b>	<b>VaR Delta Normal (1 dia) - R\$</b>	<b>VaR Delta Normal (30 dias) - R\$</b>	<b>VaR Delta Normal (1 ano) - R\$</b>
Carteira A (tradicional)	1.865,48	0,52%	2,33%	4,48	11.575,60	63.402,15	183.756,89
Carteira B (Tradicional + café)	1.570,05	0,38%	2,78%	7,27	13.938,02	76.341,66	221.259,14
Carteira C (Tradicional + milho)	2.040,38	0,61%	2,25%	3,70	11.166,93	61.163,77	177.269,46
Carteira D (Tradicional + boi)	1.819,53	0,52%	1,90%	3,63	9.403,61	51.505,70	149.277,71
Carteira E (Tradicional + café + milho)	1.757,01	0,49%	2,59%	5,27	12.899,59	70.653,97	204.774,65
Carteira F (Tradicional + café + boi)	1.615,10	0,43%	2,32%	5,43	11.586,53	63.462,05	183.930,48
Carteira G (Tradicional + milho + boi)	1.900,04	0,58%	1,91%	3,31	9.425,68	51.626,55	149.627,95
Carteira H (Tradicional + café + milho + boi)	1.715,85	0,50%	2,23%	4,51	11.104,49	60.821,78	176.278,26

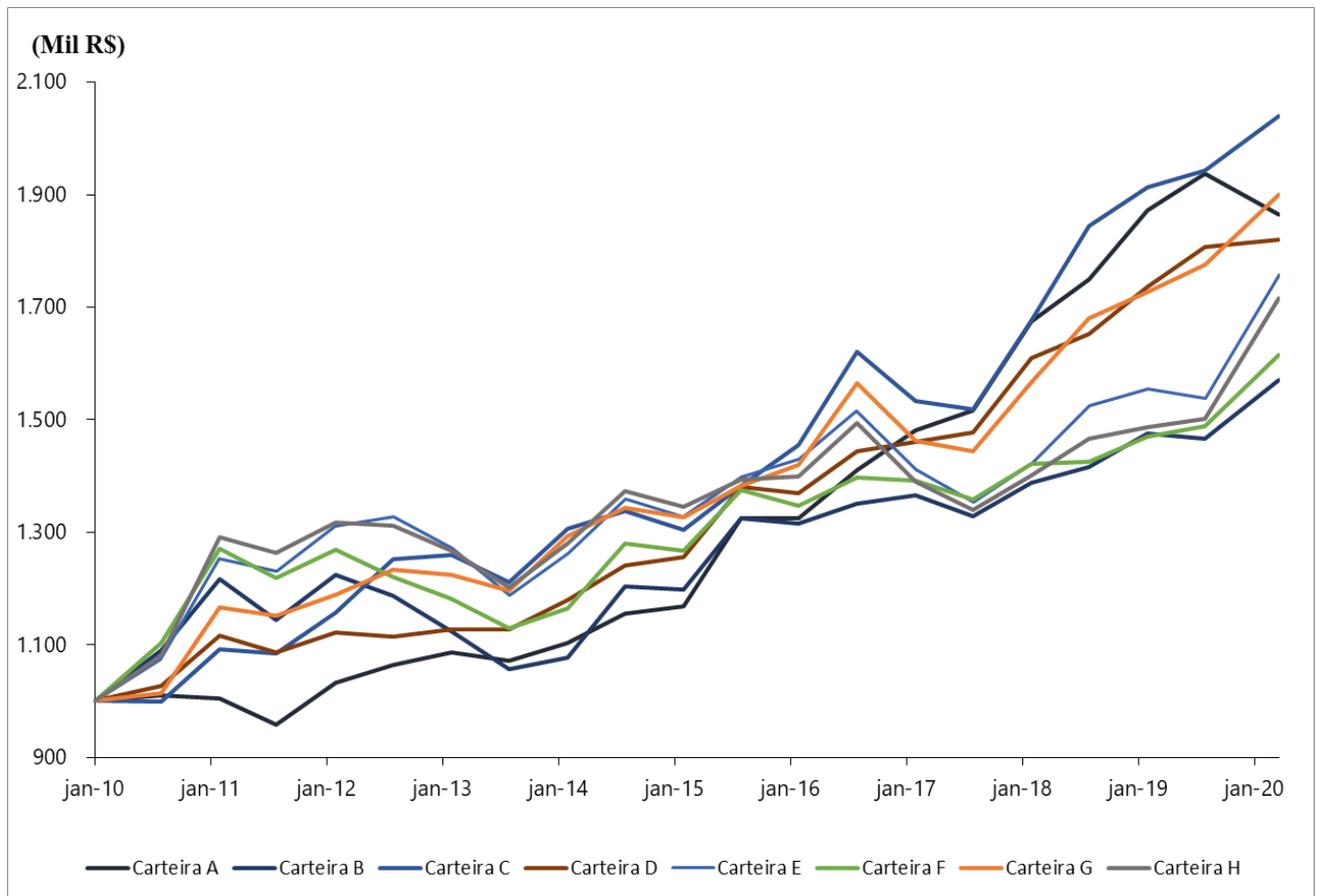
**Fonte:** Resultados da pesquisa.

**Tabela 6** – Resumo dos principais resultados (em R\$) das carteiras simuladas considerando o método do *VaR por Simulação Histórica*

<b>Carteira</b>	<b>Valor final (em mil R\$)</b>	<b>Retorno médio (a.m)</b>	<b>Desvio padrão (a.m)</b>	<b>Coefficiente de Variação</b>	<b>VaR Delta SH (1 dia) - R\$</b>	<b>VaR SH (30 dias) - R\$</b>	<b>VaR SH (1 ano) - R\$</b>
Carteira A (tradicional)	1.865,48	0,52%	2,33%	4,48	12.350,12	67.644,38	196.052,04
Carteira B (Tradicional + café)	1.570,05	0,38%	2,78%	7,27	15.205,90	83.286,16	241.386,24
Carteira C (Tradicional + milho)	2.040,38	0,61%	2,25%	3,70	11.979,41	65.613,95	190.167,29
Carteira D (Tradicional + boi)	1.819,53	0,52%	1,90%	3,63	9.275,37	50.803,27	147.241,86
Carteira E (Tradicional + café + milho)	1.757,01	0,49%	2,59%	5,27	14.584,41	79.882,09	231.520,29
Carteira F (Tradicional + café + boi)	1.615,10	0,43%	2,32%	5,43	13.140,09	71.971,25	208.592,51
Carteira G (Tradicional + milho + boi)	1.900,04	0,58%	1,91%	3,31	10.223,12	55.994,32	162.286,96
Carteira H (Tradicional + café + milho + boi)	1.715,85	0,50%	2,23%	4,51	12.038,55	65.937,88	65.937,88

**Fonte:** Resultados da pesquisa.

**Gráfico 12** – Valores acumulados do investimento ao final de cada semestre para cada uma das carteiras



**Fonte:** Resultados da pesquisa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os derivativos têm exercido uma crescente importância no mercado financeiro, uma vez que, permitem a gestão de risco de preços de ativos. Além disso, permitem que sejam utilizados em carteiras de investimento como estratégia para diversificação dos portfólios ou até mesmo para alavancar rentabilidade.

Pesquisas recentes, citadas neste trabalho, defendem a incorporação de futuros de commodities em carteiras de investimento como uma forma de redução do risco desta, já que esses ativos apresentam uma baixa correlação com outros ativos financeiros (ações e títulos de renda fixa) e, isso acontece porque a formação de seus preços é bem distinta daqueles que incidem sobre a cotação dos ativos citados.

Nesse contexto, este estudo procurou analisar o impacto de contratos futuros de boi gordo, café arábica e milho no retorno e risco de uma carteira de investimentos composta por ações, títulos públicos e investimentos atrelados a dólar. Para atingir tal objetivo, foram simuladas diferentes carteiras com os retornos desses ativos, entre janeiro de 2010 e março de 2020. Nesse contexto, foram utilizados os métodos de *VaR (Value-at-Risk) Delta Normal* e *VaR por Simulação Histórica*.

Os resultados apontaram que os retornos dos derivativos de commodities agropecuários da B3 apresentaram uma correlação baixa com os outros ativos financeiros (ações, títulos e dólar), mostrando que a inclusão dessas commodities na carteira tradicional pode gerar melhorias de performance do investimento.

Foram ainda obtidas evidências que permitem afirmar que a inclusão de contratos futuros de milho e/ou de boi gordo gerou melhorias de desempenho em uma carteira tradicional de investimentos formada por ações, títulos dólar. Por outro lado, a inserção de futuros de café arábica levou à queda de desempenho.

O presente trabalho possui algumas limitações. A primeira delas tem base no fato de não se considerar os custos envolvidos nas operações de investimento, especialmente com derivativos. Estes últimos, além das taxas de corretagem, também apresentam mecanismos de margem de garantia e ajuste diário. Além disso, foram consideradas apenas posições estáticas – do tipo *buy and hold*. Outro ponto revelante é o risco de liquidez. Os derivativos agropecuários da B3 não possuem alta liquidez, o que pode levar a problemas na reversão da posição. Trabalhos futuros podem avançar em tais questões ao incorporar os custos relativos à

negociação de cada um dos papéis, avaliando ainda posições dinâmicas conforme a tendência dos preços.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALOCAÇÃO EM PRODUTOS DE MAIOR RISCO FORAM DESTAQUE EM 2019. Disponível em: [www.anbima.com.br/pt\\_br/informar/relatorios/varejo-private-e-gestores-de-patrimonio/boletim-de-private-e-varejo/alocacao-em-produtos-de-maior-risco-foram-destaque-em-2019-8A2AB2B9701B20E901701B2D8B5F05A5.htm](http://www.anbima.com.br/pt_br/informar/relatorios/varejo-private-e-gestores-de-patrimonio/boletim-de-private-e-varejo/alocacao-em-produtos-de-maior-risco-foram-destaque-em-2019-8A2AB2B9701B20E901701B2D8B5F05A5.htm). Acesso em 06 fev. 2020

ASSAF NETO, A. Mercado Financeiro. 14<sup>o</sup> ed. São Paulo: Gen, 2018.

BRASIL, BOLSA, BALCÃO. Disponível em: [www.b3.com.br](http://www.b3.com.br).

BESSADA, O.; BARBEDO, C.; ARAÚJO, G. Mercado de derivativos no Brasil: conceitos, operações e estratégias. Editora Record, 2005.

DA COSTA, T.D.M.T.; PIACENTI, C. A. Utilização de contratos futuros agropecuários no perfil médio de investimentos dos fundos de pensão no Brasil. Revista Contabilidade & Finanças, v. 19, n. 46, p. 59-72, 2008.

DASKALAKI, C.; SKIADOPOULOS, G.; TOPALOGLOU, N.. Diversification benefits of commodities: A stochastic dominance efficiency approach. Working Paper, School of Economics and Finance, Queen Mary University of London, 2016.

ELTON, E; GRUBER, M; BROWN, S.J.; GOETZMANN, W.N. Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos. São Paulo. Atlas, 2004. 602 p.

FABOZZI, Frank J.; GUPTA, Francis; MARKOWITZ, Harry M. The legacy of modern portfolio theory. The Journal of Investing, 2002, 11.3: 7-22.

FABOZZI, F.J.; FOCARDI, S.M.; KOLM, P.N. Financial modeling of the equity Market – from CAPM to cointegration. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006. 651 p.

FIGUEIREDO, Antonio Carlos. Introdução aos derivativos. Pioneira Thomson Learning, 2014.

GAO, X.; NARDARI, F. Do Commodities Add Economic Value in Asset Allocation? New Evidence from Time-Varying Moments. Journal of Financial and Quantitative Analysis, v. 53, n. 1, p. 365-393, 2018.

HULL, J. Introdução aos mercados futuros e de opções. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: BM&F/Cultura Editores Associados, 1996.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Disponível em: [www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br).

KABIR, S.H.; MASIH, A.M.M.; BACHA, O.I. Risk–Return Profiles of Islamic Equities and Commodity Portfolios in Different Market Conditions. Emerging Markets Finance and Trade, v. 53, n. 7, p. 1477-1500, 2017.

MARKOWITZ, H.M. Portfolio selection. Journal of Finance, Chicago v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

O MERCADO DO BOI GORDO EM NOVEMBRO. Disponível em: [www.bnb.gov.br/web/guest/agronegocio/agroinforma/-/asset\\_publisher/qg5dL6xAGfoP/content/o-mercado-do-boi-gordo-em-novembro/3760965?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fbnb.gov.br%2Fweb%2Fguest%2Fagronegocio%2Fagroinforma%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_qg5dL6xAGfoP%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-1%26p\\_p\\_col\\_pos%3D1%26p\\_p\\_col\\_count%3D2](http://www.bnb.gov.br/web/guest/agronegocio/agroinforma/-/asset_publisher/qg5dL6xAGfoP/content/o-mercado-do-boi-gordo-em-novembro/3760965?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fbnb.gov.br%2Fweb%2Fguest%2Fagronegocio%2Fagroinforma%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_qg5dL6xAGfoP%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)

QUAL A DIFERENÇA ENTRE RENDA FIXA E RENDA VARIÁVEL? Disponível em: [www.conteudos.xpi.com.br/guia-de-investimentos/relatorios/qual-a-diferenca-entre-renda-fixa-e-renda-variavel](http://www.conteudos.xpi.com.br/guia-de-investimentos/relatorios/qual-a-diferenca-entre-renda-fixa-e-renda-variavel). Acesso em: 13 fev. 2020

RAIO X DO INVESTIDOR BRASILEIRO (2019), ANBIMA. Disponível em: [www.anbima.com.br/pt\\_br/especial/raio-x-do-investidor-2019.htm](http://www.anbima.com.br/pt_br/especial/raio-x-do-investidor-2019.htm). Acesso em 13 fev. 2020

SCAILLET, O.; TOPALOGLOU, N. Testing for stochastic dominance efficiency. *Journal of Business & Economic Statistics*, v. 28, n. 1, p. 169-180, 2010.

SHARPE, W.F.; ALEXANDER, G. J.; BAILEY, J. V. *Investments*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1995. 1058 p.

SILVEIRA, R.; BARROS, G.S.C. Uma análise da alocação de contratos futuros sobre commodities em portfólios diversificados. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 48, n. 1, p. 195-222, 2010.

TODAS AS PERSPECTIVAS PARA A PRODUÇÃO DE MILHO 2019 E SEU MERCADO DE PREÇOS. Disponível em: [www.blog.aegro.com.br/producao-de-milho-2019](http://www.blog.aegro.com.br/producao-de-milho-2019). Acesso em 24 jul. 2020.